

重大事故等への対処について

1. 重大事故等への対処に対する基本方針

設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する重大事故に対し、対策を検討し、必要な設備、手順書及び体制を整備し、特定された重大事故の発生を仮定する機器に対し、重大事故の発生防止対策及び重大事故の拡大防止対策（以下、「重大事故等対策」という）を実施する。

また、重大事故等対策は、重大事故の特徴を踏まえたうえで、重大事故等のパラメータ又はパラメータの推移を明確にし、重大事故等対策が講じられた際に、大気中へ放出される放射性物質の放出量が実行可能な限り低くすることを目的として実施する。

2. 事故の特徴

- 露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックスにおいては、火災の発生防止対策として、グローブボックス内を窒素雰囲気とする、潤滑油を機器に収納する、着火源を排除する等の設計を講じているが、技術的想定を超え、発生防止対策が機能喪失し、何等かの理由により火災が発生する。
- 火災の発生と同時に設計基準対象施設である感知・消火設備が機能喪失し、火災が継続する。
- 火災の継続に応じて、火災により発生する気流によってグローブボックス内の気相中に移行するMOX粉末が設計基準事故よりも増加する。
- 気相に移行したMOX粉がグローブボックス排気系等を経由して外部に放出される。

3. 火災によるMOX粉末の移行等の現象に対する評価

(1) 火災の規模

- 潤滑油による火災の規模は、潤滑油を収納する箇所に設置しているオイルパン上での燃焼面積に依存する。
- 着火時点から時間の経過とともに火災の燃焼面積が大きくなり、オイルパン面積の全面での燃焼が燃焼面積として最大となる。
- 燃焼面積がオイルパンの半分の場合、火災源のうち最も長い燃焼時間で約20分となる。（添付1参照）
- 火災の規模としては、火災試験において、着火後10分経過してもオ

イルパン面積の全面での燃焼が継続していること、潤滑油で火災が発生するために必要な温度条件に達するまでの時間を考慮すると、火災が発生する要因が発生してから 20 分以上火災は継続するものと考えられる。

(2) 気相中に飛散したMOX粉末の移行経路

- グローブボックス内での火災の影響により気相中に飛散したMOX粉末が、火災による体積膨張により当該グローブボックスに繋がる排気系、給気系や火災の影響によるパネルの隙間等からグローブボックス外に移行する。
- 移行が想定される経路上の圧力損失を考慮して移行割合を想定すると、グローブボックス給気系が最も移行しやすく、その次にグローブボックス排気系となる。パネルの隙間等については、設計上考慮しているインリーク量を踏まえると移行はほとんど無い。
- パネルの隙間等の割合が設計上のインリーク量に相当するものの10倍程度になったとしても、その移行量は全体の1%程度となり、火災試験の状況からパネルが脱落するような状況にはならないことを踏まえると、グローブボックス給気系>グローブボックス排気系>パネルの隙間等の移行割合は変わらないものとする。(添付1参照)
- グローブボックス給気系に移行したMOX粉末は、フィルタ1段を経由して工程室に漏れ出し、グローブボックス排気系に移行しMOX粉末は、フィルタ4段を経由して外部に放出される。

(3) 工程室に漏れ出したMOX粉末の移行経路

- 工程室に漏れ出したMOX粉末は、グローブボックス内の火災の影響により工程室雰囲気体積膨張することにより当該工程室外に移行する。
- 移行する経路については、工程室に繋がる給気系、排気系等があるが、逆止ダンパ等の設備構造から工程室排気系が経路となる。(添付1参照)
- 排気系は複数の工程室からの排気が合流し、合流した複数の経路が地下3階分として合流して上階に繋がっており、圧力損失を考慮すると排気系に移行することが想定され、排気系に移行したMOX粉末は、フィルタ2段を経由して外部に放出される。

(4) 工程室から外部へ放出されるMOX粉末の挙動

- 工程室に漏れ出したMOX粉末は、1%/hで工程室に移行するとともに、工程室雰囲気と徐々に混合し、工程室雰囲気のMOX粉末

濃度が上昇する。

- 工程室から圧力膨張によって工程室排気系に移行する工程室雰囲気も徐々にMOX粉末濃度が上昇する。
- 工程室へのMOX粉末の漏えいは、火災の継続時間に応じて発生し、MOX粉末濃度が漏えい量に応じて上昇し続けるとした場合、20分経過時点でも工程室内のMOX粉末濃度は 10 mgMOX/m^3 を超える濃度にならないが、外部への放出評価にあたっては、ウラン粉末をコンテナ中で攪拌し200秒以降の雰囲気濃度を測定した文献における値である 10 mgMOX/m^3 で工程室排気系を経由して外部に放出されるものとする。(添付2参照)

4. 重大事故等に対する対処

設計基準の状態を超える状態として、設計基準対象施設の感知・消火設備の機能喪失を確認した場合には、以下の基本方針に基づき重大事故等に対する対処を行う。

- 火災により飛散・漏えいするMOX粉末を可能な限り建屋に閉じ込める。
- MOX粉末の飛散・漏えいの要因となる火災を消火する。

重大事故等に対する対処としては、火災の影響を受けるMOX粉末の対象を限定すること等により、火災により外部へのMOX粉末の放出に至ることを防止するための発生防止対策と火災により飛散・漏えいするMOX粉末を閉じ込めと飛散・漏えいの要因となる火災を消火するための拡大防止対策を行う。

具体的には、外的事象、内的事象の要因により、以下の対応を行う。

平常運転時の監視から対策開始までの基本的な流れを添付3に示す。

(1) 外的事象発生時（地震）

- 外的事象発生時（地震）は、①全交流電源喪失、②感知・消火機能の多重故障等による機能喪失が想定される。
- 全交流電源喪失を確認した場合には、設計基準の感知・消火機能が喪失した状態になることから、重大事故等対処への着手判断を判断する。
- 重大事故等対処への着手判断を受け、発生防止対策として、地上1階の中央監視室で、全送排風機の停止、全工程の停止及び火災源を有する機器の動力電源の遮断の状態確認を行うとともに、拡大防止対策として、外部への放射性物質の放出を可能な限り防止するため、地下1階の排風機室において、グローブボ

ックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを手動閉止する。

- 地震の発生から 10 分以降、要員による安全系監視制御盤等の確認を実施し、その結果により安全機能の喪失を把握し、重大事故等への対処を実施するものと仮定し、ダンパ閉止作業は、地震発生後 20 分で完了する。
- 上記と並行して、火災の発生を確認するため、中央監視室において、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの火災源に設置された火災状況確認用温度計の指示値を、可搬型グローブボックス温度表示端末を接続することにより確認する。火災の発生を確認作業は、地震発生後 15 分で完了する。
- 火災状況確認用温度計の指示値が 60℃を超える場合は、火災の発生が確認されたグローブボックスに対して、中央監視室近傍から、遠隔手動操作により、地下 3 階廊下に設置された遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物消火剤）を放出する。火災の消火作業は、地震発生後 20 分で完了する。

(2) 内的事象発生時（動的機器の多重故障等）

- 内的事象発生時としては、①全交流電源喪失、②設計基準の感知設備の機能喪失、③設計基準の消火設備の機能喪失が想定される。
- 全交流電源喪失を確認した場合は、外的事象発生時と対処は同様となる。全交流電源喪失においては、外的事象発生時のような要員による確認作業等に要する 10 分を考慮する必要がないことが想定されるため、事象確認後 8 分で全ての作業が完了する。
- 設計基準の感知設備の機能喪失を確認した場合は、重大事故等対処への着手判断を行い、外部への放出に繋がる可能性のある潤滑油の火災による影響を抑えるため、地上 1 階の中央監視室で、全送排風機の停止、全工程の停止及び火災源を有する機器の動力電源の遮断を行うとともに、共通要因で故障等しないよう設計する重大事故等対処用の火災状況確認用温度計の指示値を中央監視室の盤で確認することにより、火災の発生の有無を確認する。これらの作業は、事象確認後 3 分で完了する。
- 火災が発生していることを確認した場合は、拡大防止対策として、外部への放射性物質の放出を可能な限り防止するため、中央監視室で手動操作によりダンパ閉止操作を行うとともに、遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物消火剤）を放出する。これらの作業は、事象確認後 4 分で完了する（火災発生

確認後1分で完了)。

- 設計基準の消火設備の機能喪失を確認した場合も、拡大防止対策は上記と同様の対処となる。

外的事象発生時、内的事象発生時の初動対応等のフローを添付4、タイムチャートを添付5に示す。

5. 回収、回復に係る対策

事業許可基準規則及びその解釈では、重大事故の拡大を防止するために必要な措置として、「飛散又は漏えいした核燃料物質等を回収するために必要な設備」及び「核燃料物質等を閉じ込める機能を回復するために必要な設備」が求められている。

「飛散又は漏えいした核燃料物質等の回収」については、上述の重大事故の状況を踏まえると、工程室内に漏えいし、沈降したMOX粉末が対象となり、これらは同規則及び解釈に示されている核燃料物質を回収するためのサイクロン集塵機などの手段を使用した場合、MOX粉末の舞い上がりなどリスクが生じるおそれがあることから、資機材として濡れウエス等を配備することにより回収することとする。

また、核燃料物質等を閉じ込める機能の回復については、重大事故に対する対処に示したようにダンパを閉止することにより建屋内に閉じ込めることが可能であるため、拡大防止対策として配備しないこととする。

以 上

火災規模，MOX粉末の移行経路に関する検討

1. はじめに

火災時におけるMOX粉末の移行に係る駆動力として，グローブボックス内空気の体積膨張が考えられる。本資料では以下の検討を実施する。

1. 1 火災規模をパラメータとした場合の状態変化

火災規模については様々な要因が影響するため，明確に定義することは困難であることから，火災規模をパラメータとしてグローブボックス内の状態変化をサーベイする。

具体的には，潤滑油量については設計上の上限値で定義できることから，燃焼面積をパラメータとした以下の評価を実施する。

- ▶ グローブボックス体積を一定（定積）とした場合の温度変化，圧力変化
- ▶ 圧力に変化がない（定圧）とした場合の，グローブボックス体積の膨張

また，工程室に火災源の熱量を与えた場合の評価も同様に実施する。これに加え，潤滑油の引火に要する時間の考察も実施する。

1. 2 圧力損失を考慮したMOX粉末の移行経路の検討

グローブボックス内のMOX粉末の移行経路としては，いくつかの経路が存在する。各経路の圧力損失を考慮して，膨張したグローブボックス内の雰囲気を経路として支配的な経路を特定する。

また，経路の圧力損失に不確かさがある部分については，これをパラメータとして評価する。

1. 3 工程室へ漏えいした後のMOX粉末の移行経路

工程室へ漏えいしたMOX粉末（膨張した空気）の移行経路について検討する。

2. 火災規模をパラメータとした場合の状態変化

2. 1 基本情報

各火災源の情報は以下の通り。また、火災源が存在する室の情報も示す。

表 2-1-1 各火災源の情報

対象 GB (火災源) ※1	GB 容積[m ³]	潤滑油量 [L]	オイルパン面積[m ²]
予備混合装置 GB	18.5	3.0	0.45
均一化混合装置 GB	32.2	6.0	0.27
造粒装置 GB①	31.5	22.0	0.72
造粒装置 GB②		1.0	0.17
回収粉末処理・混合装置 GB	29.8	3.0	0.45
添加剤混合装置 GB A/B	23.2	3.0	0.45
プレス装置 GB A/B	36.7※2	2.2	0.79

※1：造粒装置 GB には火災源が 2 つある。また、添加剤混合装置 GB、プレス装置 GB はそれぞれ A 系・B 系の 2 系統あるが、同一設計であるため記載を省略。

※2：火災源があるプレス装置（プレス部）GB 容積は 4m³ であるが、プレス装置（粉末取扱部 GB）及びグリーンペレット積込装置 GB と実質的に一体であり、間を区切るシャッタ等ないためこれらを合算した容積を記載。

表 2-1-2 火災源が存在する室の情報

部屋名称	部屋容積[m ³]	対象 GB (火災源)
粉末調整第 2 室	910	予備混合装置 GB
粉末調整第 5 室	1790	均一化混合装置 GB
		造粒装置 GB①
		造粒装置 GB②
粉末調整第 7 室	1330	回収粉末処理・混合装置 GB
ペレット加工第 1 室	2380	添加剤混合装置 GB A/B
		プレス装置 GB A/B

2. 2 火災規模をパラメータとした場合の状態変化

(1) 発熱速度の設定及びパラメータサーベイ

発熱速度及び燃焼継続時間は、潤滑油量及び燃焼面積に依存する。

発熱速度及び燃焼継続時間については、米国 NRC で開発された火災評価ツール FDTs (Fire Dynamics Tools) により算出した。このツールは、火災事象発生時の影響を受ける範囲の特定等に用いられるものである。

算出の際は、潤滑油量及び燃焼面積をインプットとし、潤滑油の物性値等は FDTs 内蔵値を引用した。

上記で求めることができる燃焼速度及び燃焼継続時間は、オイルパン全面で理想的な燃焼が進行した場合であるが、実態の火災は徐々に燃焼が継続していくことが想定される。

ここでは、パラメータサーベイとして、潤滑油量を設計上の最大値で固定とし、燃焼面積を 100%、50%、25%と変化させた場合の発熱速度及び燃焼継続時間を求めた。

表 2-2-1 発熱速度及び燃焼継続時間のパラメータサーベイ

対象 GB (火災源)	発熱速度[kW]／燃焼継続時間 [s]		
	燃焼面積 100%	燃焼面積 50%	燃焼面積 25%
予備混合装置 GB	332／130	126／260	47／520
均一化混合装置 GB	163／433	61／866	22／1732
造粒装置 GB①	631／595	244／1191	92／2382
造粒装置 GB②	85／115	31／229	10／459
回収粉末処理・混合装置 GB	332／130	126／260	47／520
添加剤混合装置 GB A/B	332／130	126／260	47／520
プレス装置 GB A/B	715／54	277／109	105／217

2. 3 パラメータサーベイを踏まえたグローブボックスの状態変化

(1) 定積変化

以下に、グローブボックスの温度変化及び圧力変化を示す。なお、いずれの計算も周囲への放熱を無視している。

a. グローブボックスの温度変化

発熱速度から求められる熱量をグローブボックス雰囲気中に与えた際の温度上昇を、以下の式にて求めた。

なお、初期温度は 20°C とした。

$$\Delta t = \frac{Q}{mc}$$

ここで、

Δt = 時間当たりの温度上昇量 [°C]

Q = 熱量 [J]

m = グローブボックス空気重量 [kg]

c = 空気の比熱 [J/kg・°C]

であり、空気密度及び比熱は以下の値を用いた。これらの値は、標準大気圧における乾燥空気 (20°C) における値である。

空気密度 : 1.2042 [kg/m³]

比熱 : 1003 [J/kg・°C]

上記の式により、火災源毎にオイルパンの燃焼面積を 100%, 50%, 25% と変化させた場合の温度変化を別紙 1 に示す。

b. グローブボックスの圧力変化

グローブボックスの容積を一定とした場合の圧力上昇を、(1) で求めた温度を用いて以下の式より求めた。

$$P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1$$

ここで、

T_1 = 初期温度 [K]

T_2 = 時間変化後の温度 [K]

P_1 = 初期圧力 [Pa]

P_2 = 時間変化後の圧力 [Pa]

なお、初期圧力については、標準気圧 (101325Pa=1atm) として示す。

上記の式により、火災源毎にオイルパンの燃焼面積を 100%, 50%, 25% と変化させた場合の圧力変化を別紙 1 に示す。

(2) 定圧変化

前項で示した通り、グローブボックス内温度上昇に伴い、圧力が上昇する。グローブボックス内には系外へ通じる経路がいくつかあることから、この経路を通じて避圧されるものとして圧力が初期状態から変化しないものとして体積変化を求めた。

a. グローブボックスの体積変化

圧力を一定とした場合の体積膨張を、前項で求めた温度を用いて以下の式より求めた。

$$V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1$$

ここで、

T_1 = 初期温度 [K]

T_2 = 時間変化後の温度 [K]

V_1 = 初期体積 [m³]

V_2 = 時間変化後の体積 [m³]

上記の式により、火災源毎にオイルパンの燃焼面積を 100%、50%、25%と変化させた場合の体積変化を別紙 1 に示す。

また、時間当たりの体積膨張率を以下に示す。

表 2-3-1 各グローブボックス雰囲気 の体積膨張率

対象 GB (火災源)	体積膨張率 [m ³ /s]		
	燃焼面積 100%	燃焼面積 50%	燃焼面積 25%
予備混合装置 GB	0.93	0.36	0.13
均一化混合装置 GB	0.46	0.17	0.06
造粒装置 GB①	1.78	0.69	0.26
造粒装置 GB②	0.24	0.09	0.03
回収粉末処理・混合装置 GB	0.93	0.36	0.13
添加剤混合装置 GB A/B	0.93	0.36	0.13
プレス装置 GB A/B	1.98	0.78	0.30

2. 4 パラメータサーベイを踏まえた工程室の状態変化

2. 3と同様の手法にて、火災源の熱量が全量工程室に移動した場合の状態変化について、別紙2に示す。

2. 5 パラメータサーベイを踏まえた工程室の状態変化（複数火災源考慮）

粉末調整第5室及びペレット加工第1室には複数の火災源が存在する。

ここでは、同時に火災が発生すると仮定し、2. 3と同様の手法にて、複数の火災源を考慮した工程室の状態変化を求めた。

この際、火災源により燃焼継続時間が異なるため、時間変化を求める際には、途中で燃焼が終了した火災源について、その時点より当該火災源の発熱量を差し引いた。

整理結果を別紙3に示す。

2. 6 潤滑油が引火点に至る時間

表2-2-1で潤滑油の燃焼継続時間を算出したが、実際に火災に至るまでには、潤滑油が何らかの要因で加熱されて引火点以上に至る必要がある。

ここでは、何らかの要因により潤滑油を有する機器の定格容量の電力が潤滑油に加えられ、温度上昇する時間を求めた。

なお、機器内の初期潤滑油温度は100℃と仮定し、引火点が200℃以上であることから、100℃上昇するまでの時間を求めた。

また、一般的な加熱機器の熱効率が20～30%であることを踏まえ、熱効率を30%と設定した。

評価の結果、仮に機器が過加熱等により発熱して潤滑油が加熱された場合においても、潤滑油が引火点に至るまでには、5分以上要するものと考えられる。

表2-6 潤滑油が引火点に至るまでの時間

火災源	定格容量 [W]	熱効率 [%]	潤滑油量 [m ³]	密度 [kg/m ³]	比熱 [J/kg・°C]	ΔT (°C/s)	100°C上昇に必要な時間 [s]
予備混合装置	750	0.3	0.003	900	1500	0.06	1800
均一化混合	1500	0.3	0.006	900	1500	0.06	1800
造粒（タブレット成形）	8000	0.3	0.022	900	1500	0.08	1238
造粒（粉碎機）	1100	0.3	0.001	900	1500	0.24	409
回収粉末処理混合装置	750	0.3	0.003	900	1500	0.06	1800
添加剤混合装置	750	0.3	0.003	900	1500	0.06	1800
プレス装置	1000	0.3	0.0022	900	1500	0.10	990

3. 圧力損失を考慮したMOX粉末の移行経路の検討

グローブボックス内には系外へ繋がるいくつかの経路がある。

各経路の圧力損失を考慮した移行経路を検討するためには、各経路に
入力される体積膨張率（流速）又は圧力を考慮するアプローチがある。

以降の評価では、体積膨張率から求められる流速の観点で検討を実施
する。

3. 1 評価イメージ

グローブボックスから系外へ繋がる経路としては、図中の①～③の経
路を考慮する。防火シャッタの隙間を介して隣接グローブボックスへ経
由するルートもあるが、隣接グローブボックスから先の経路は、最終的
には①～③の経路と同様となるため、ここでは考慮しない。

表2-3-1で求めた体積膨張率を開口部に与え、各経路の圧力損失
が等しくなる流速比より、経路別の分配比を算出した。

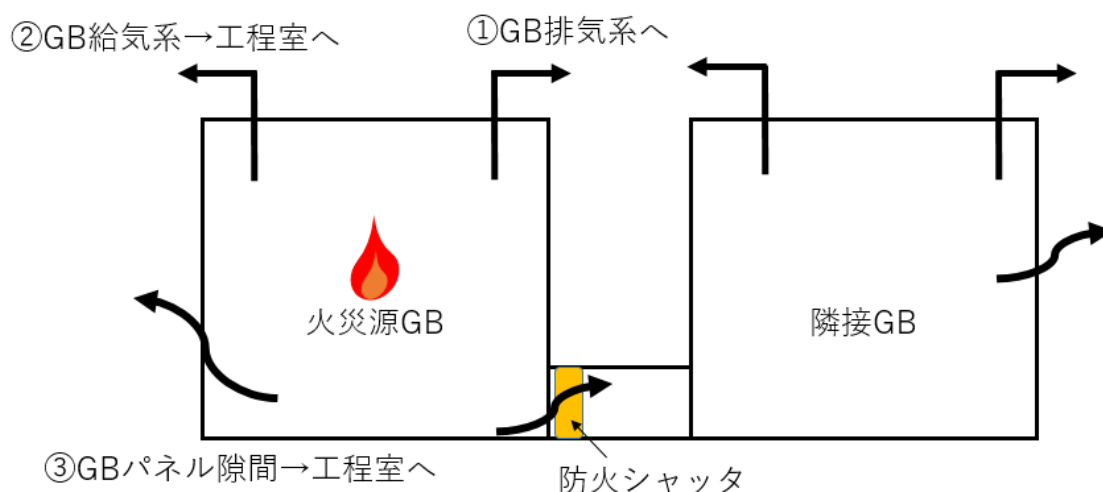


図 評価イメージ

3. 2 評価条件

(1) 空気密度

グローブボックス内温度上昇を考慮し、200℃における空気密度を使用
した。

空気密度：0.7455 [kg/m³]

(2) グローブボックス排気系の圧力損失

経路上の長さ，曲がり，分岐・合流，拡大・縮小，フィルタ（4段）

等を考慮した。なお、概略評価として、最も圧力損失が大きくなる経路の曲がり等の圧力損失情報を使用した。

ダクト径については、排風機側に近づくにつれ合流により太くなるが、グローブボックスの直近の口径（最も細い箇所）を一律適用した。

（3）グローブボックス給気系の圧力損失

経路上の長さ、曲がりフィルタ（1段）等を考慮した。なお、概略評価として、代表的なグローブボックスの圧力損失を適用した。

（4）パネル開口の評価

グローブボックスの設計上の漏えい率は0.1vol%/h以下である。また、上記の漏えい率を確認するための漏えい試験は500～1000Paで実施する。

ここでは、グローブボックスパネル外周に一律隙間があると仮定し、圧力損失が1000Paと等しくなる隙間長さを算出した。

最も火災源の発熱量が大きい造粒装置グローブボックスの寸法情報より求めた結果、隙間長さは 8.9×10^{-6} mとなった。

3. 3 評価結果

上記評価条件に基づき、圧力損失を踏まえた各経路への分配割合は以下の通りとなる。また、設計上の漏えい率から求められるパネル隙間に対して、地震による損傷及び火災による圧力による隙間の拡大等を考慮し、隙間を10倍、100倍としたケーススタディを行った。

ケース1 経路別の分配割合（パネル開口は設計値）

GB 排気系	GB 給気系	パネル隙間
約 25%	約 75%	ほぼ無し

ケース2 経路別の分配割合（パネル開口が設計値の10倍）

GB 排気系	GB 給気系	パネル隙間
約 25%	約 74%	約 1%

ケース3 経路別の分配割合（パネル開口が設計値の100倍）

GB 排気系	GB 給気系	パネル隙間
約 7%	約 21%	約 72%

グローブボックス給気系に対し、グローブボックス排気系は配管長が長く、曲がりも多い。またフィルタ段数が多いことから圧力損失を考慮すると、給気系：排気系の移行比率は約3：1となる。この比率はいかなる場合も変わらない。

パネル隙間自体は隙間から工程室に漏れいする際の圧力損失しかなく、パネル隙間が大きくなると移行割合は支配的となる。

ただし、ケース3に関しては、パネル隙間がグローブボックス全周に渡り約1mmとの評価であり、相当気密が失われた極端なケースである。

現実的には、ケース1又はケース2のような分配割合になると想定される。

また、これらの分配割合は、表2-3-1で求めた体積膨張率の範囲において同じ結果となることを確認している。

4. 工程室へ漏えいした後のMOX粉末の移行経路

前項のように経路別の分配割合を検討したが，パネルの隙間によっては工程室に漏えいする経路も考えられることから，工程室へ漏えいした後のMOX粉末の移行経路について検討した。

工程室排気ダクト及び工程室給気ダクトは，地下3階の各室に対して網目状に繋がっており，各室を集約の後，地下2階以上に立ち上がる。

工程室排気ダクト・給気ダクトのルート概略図は以下のとおりである。



図4-1 工程室排気ダクト・給気ダクトのルート概略図

また、工程室からの移行イメージを以下に示す。

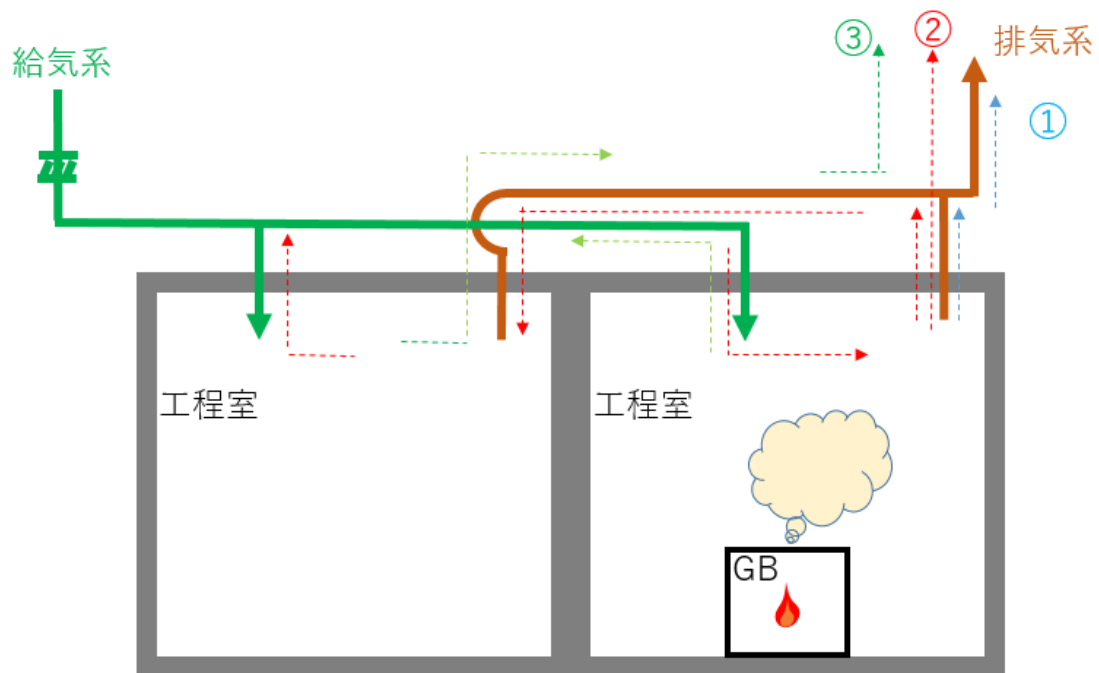


図4-2 工程室から外部への移行経路イメージ

①～③の経路について、分配割合を定量化して示すことは困難であるが、給気又は排気ダクトを介し各部屋を経由して排気系へ戻るような経路については考え難く、工程室の体積膨張があった場合には、工程室に漏えいしたMOX粉末は工程室排気系へ移行すると考えられる。

なお、工程室へ漏えいしたMOX粉末の移行経路については、図4-3に示した通り、地下3階工程室から工程室排気設備へ移行するルートのみであることを確認している。

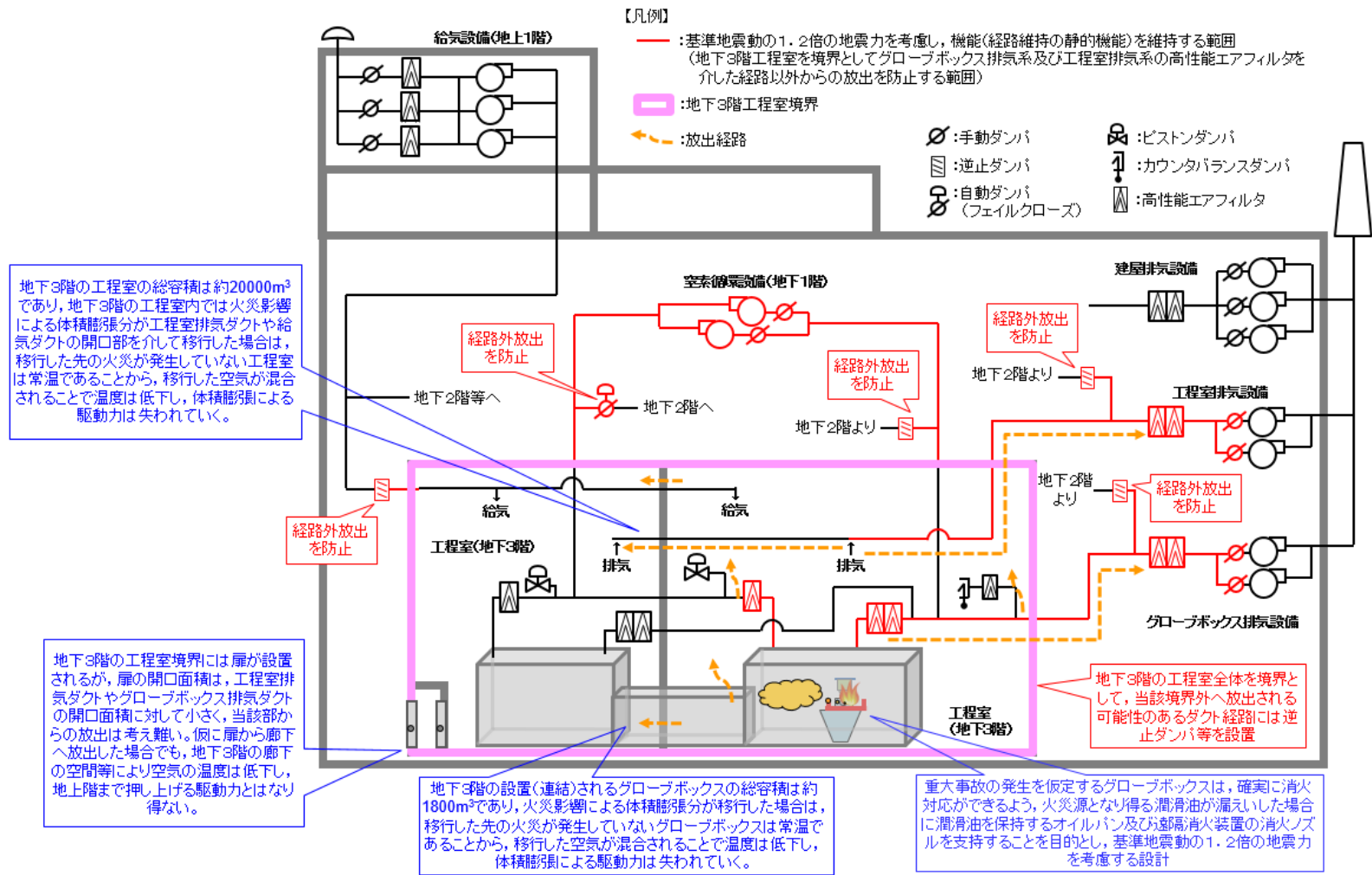
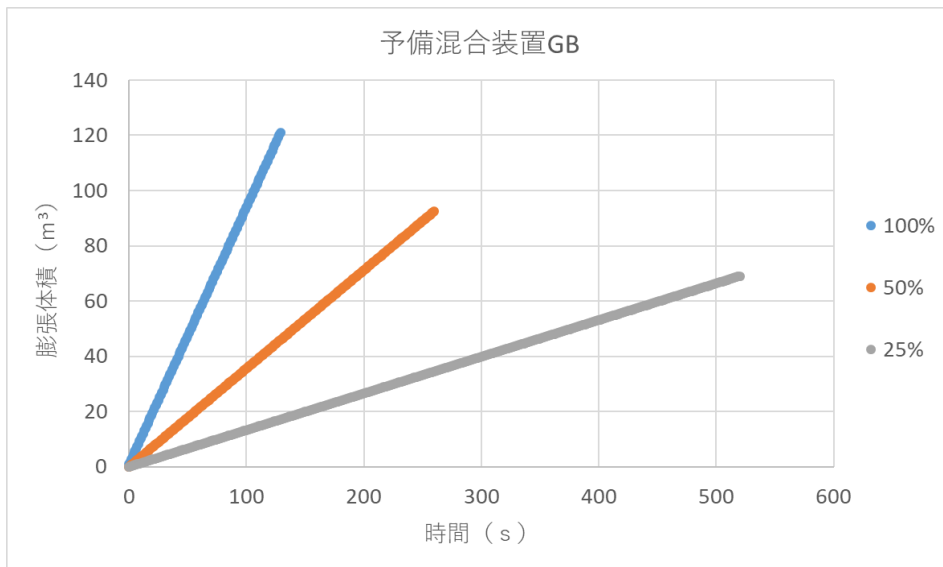
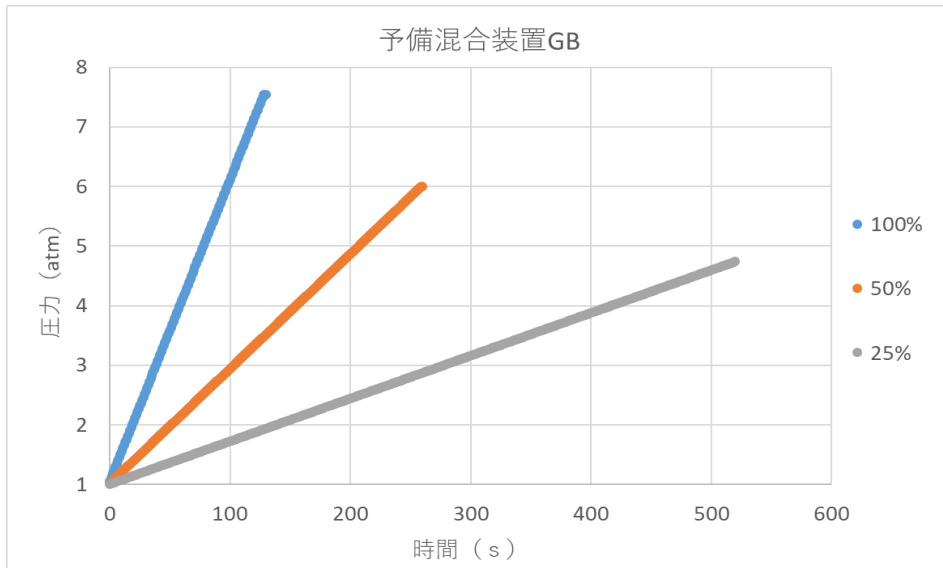
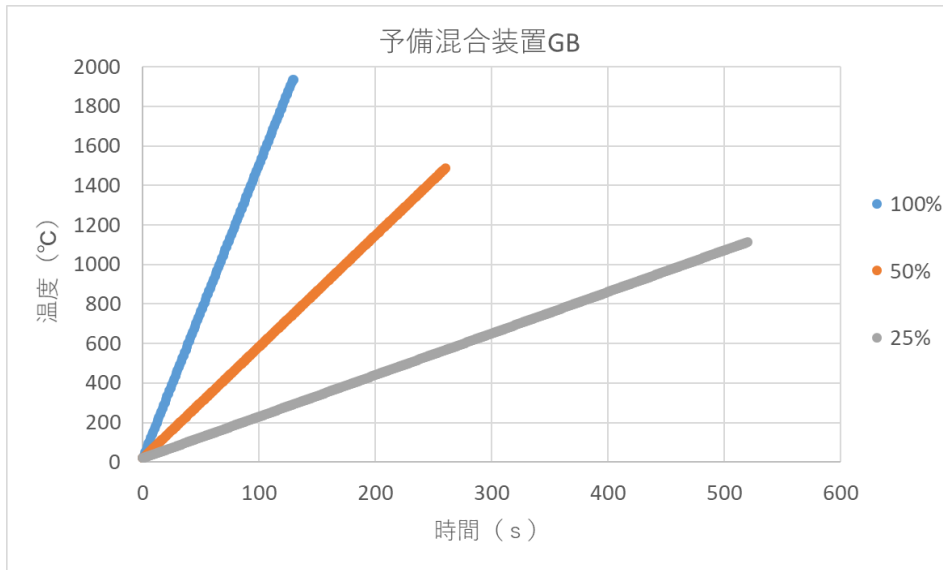
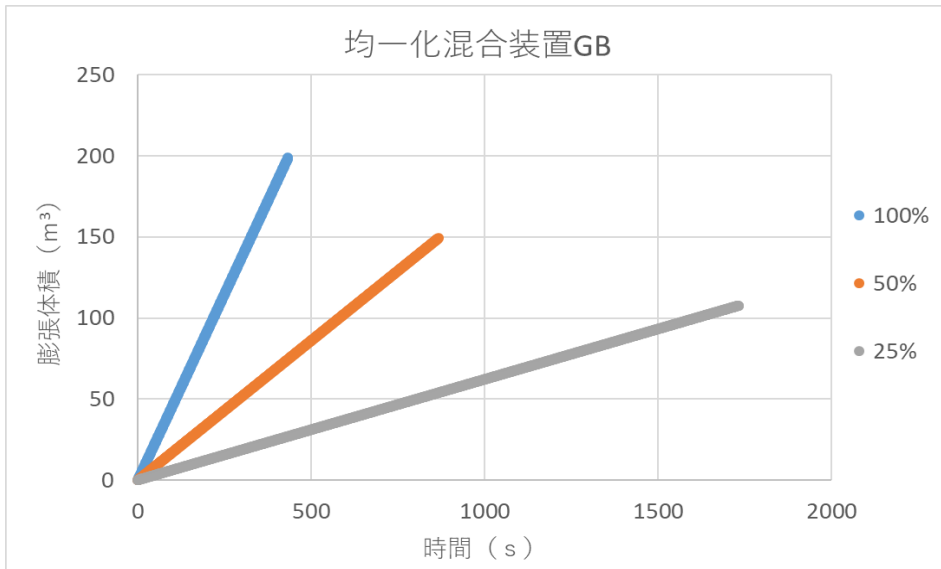
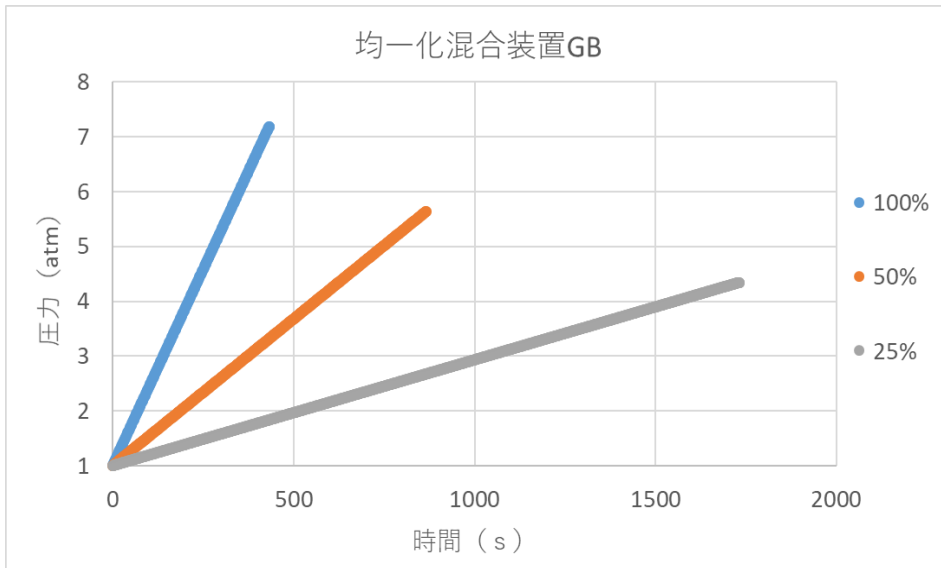
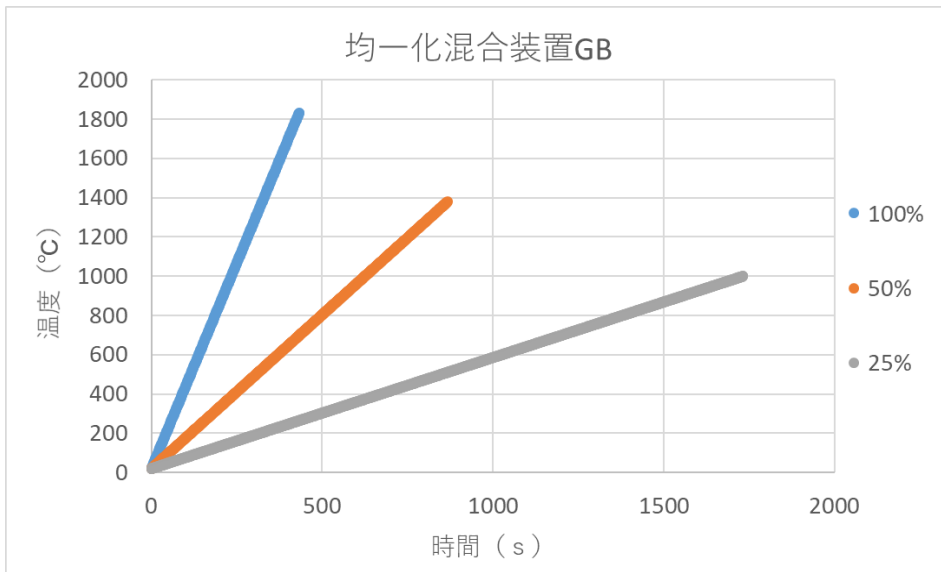
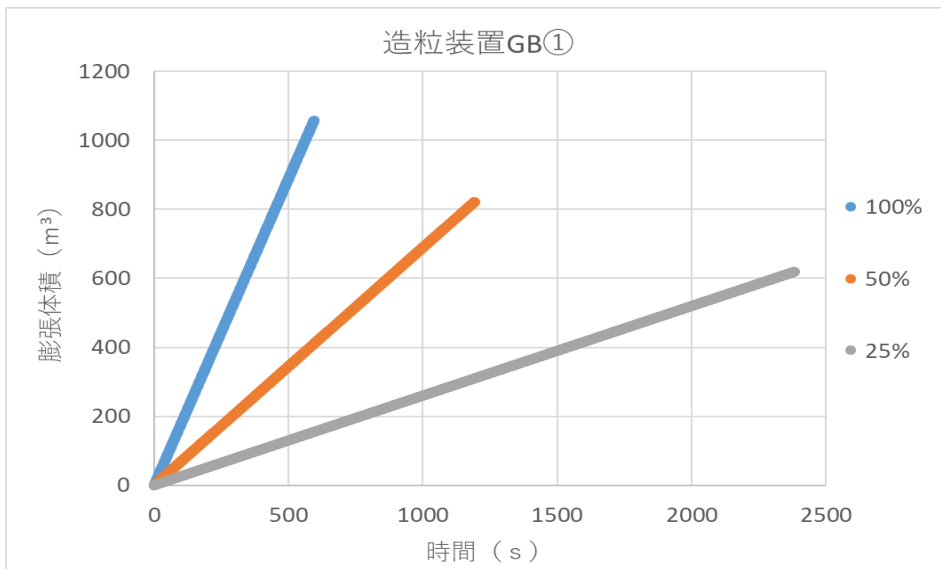
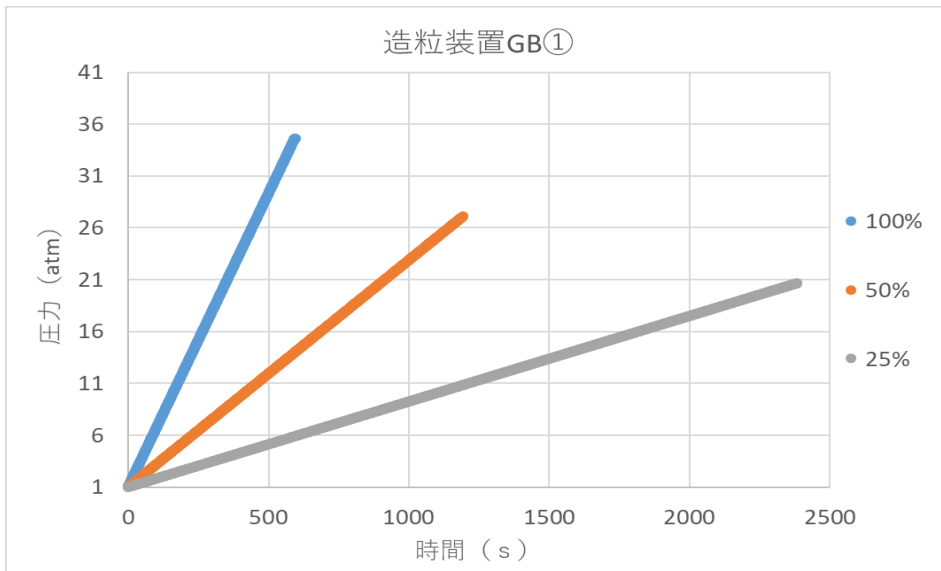
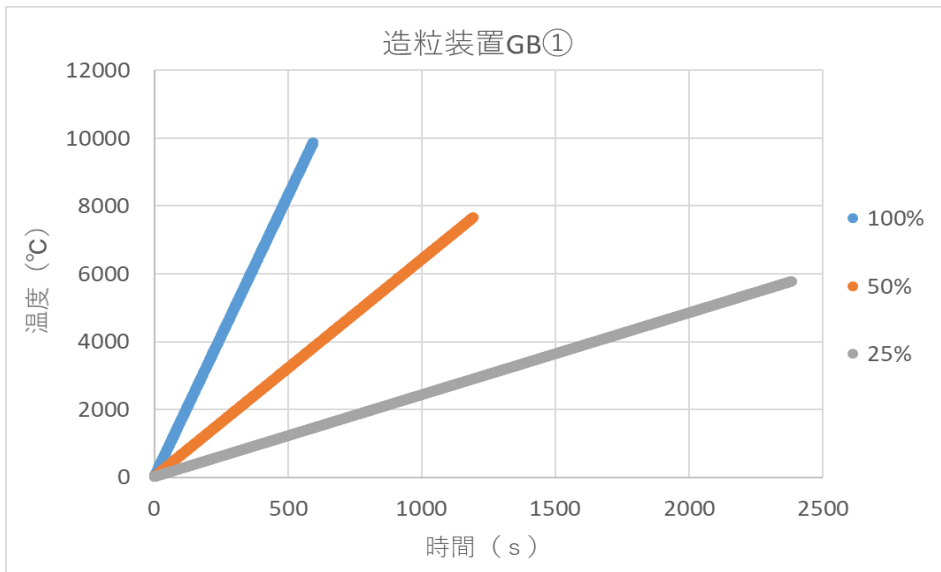
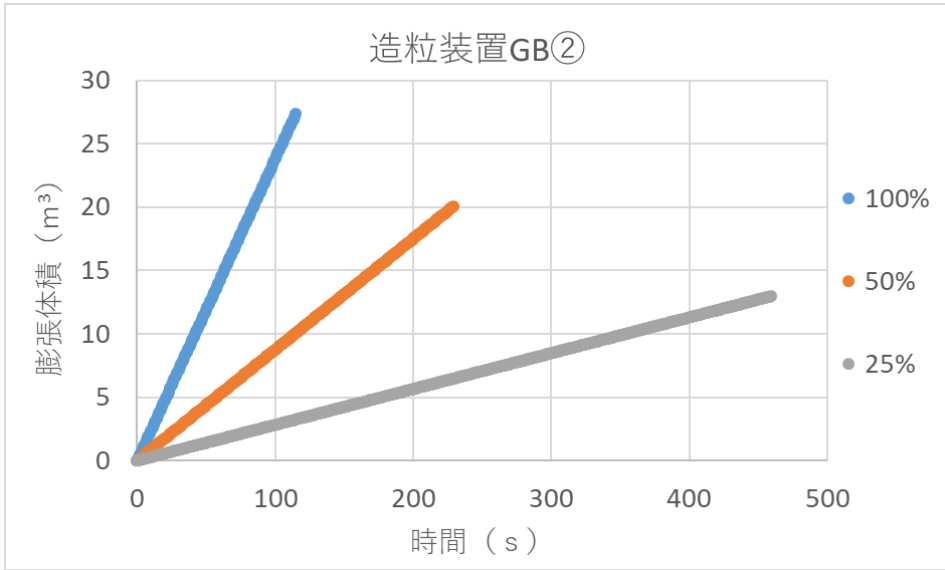
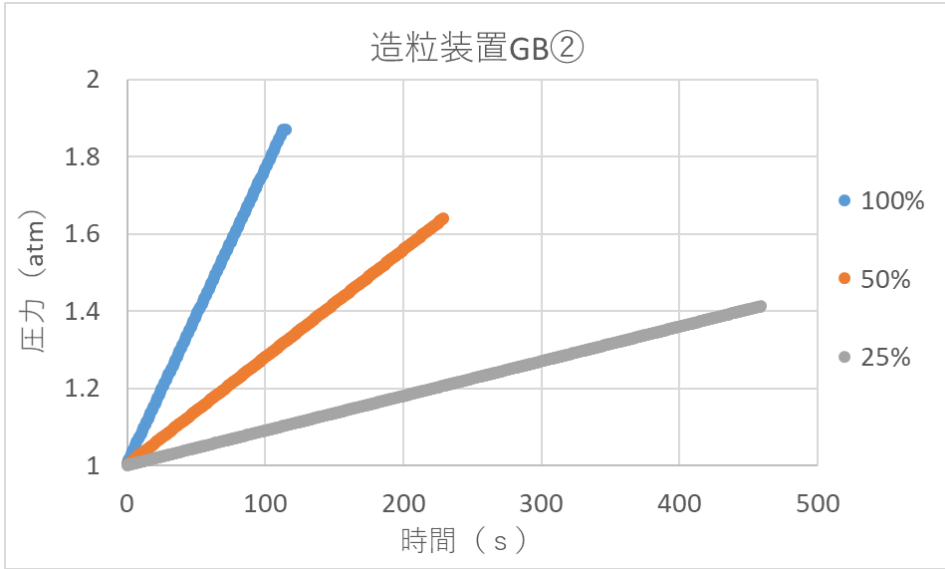
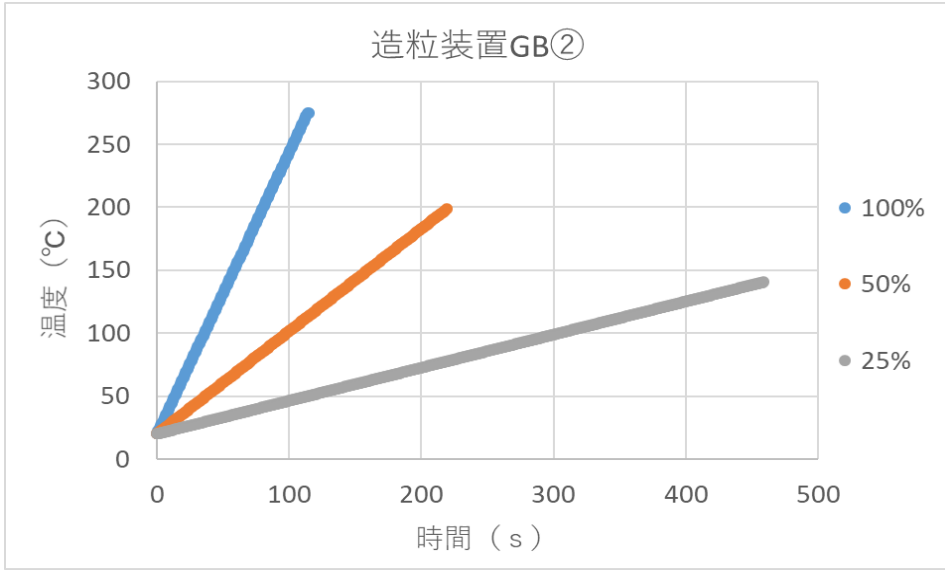


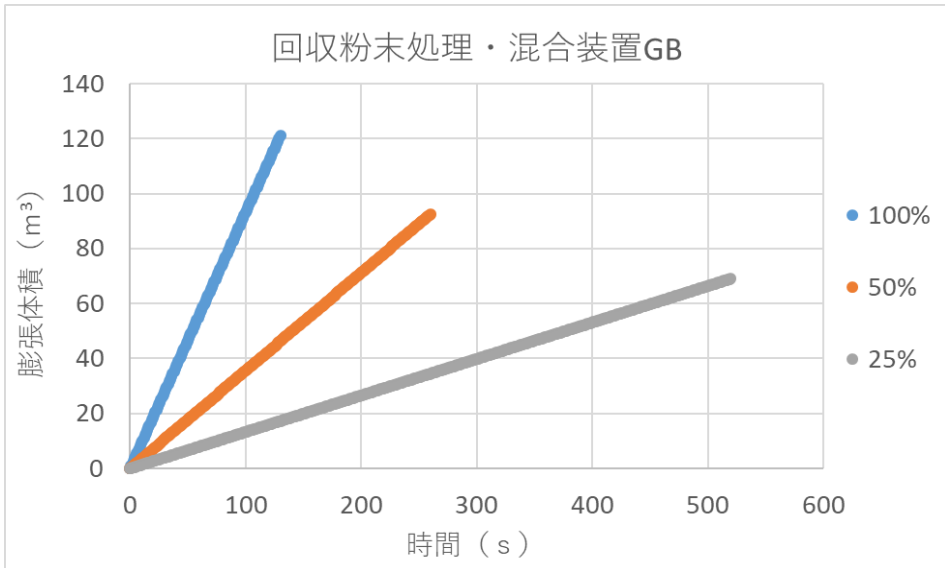
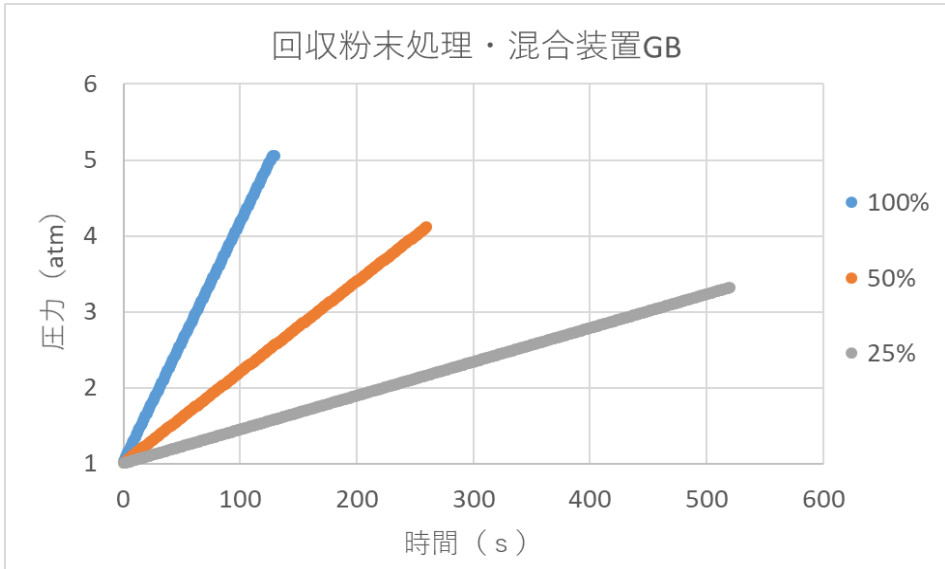
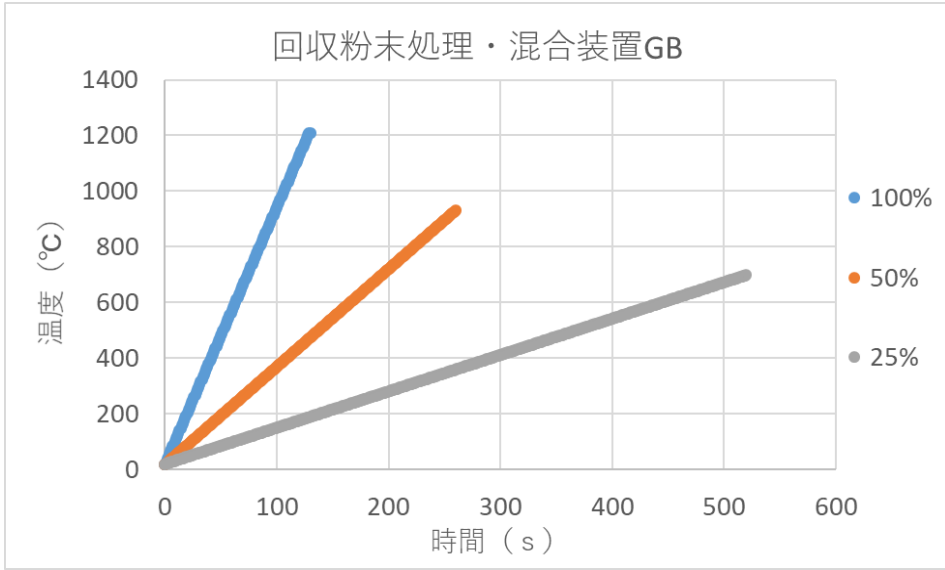
図4-3 重大事故時の放出経路イメージ

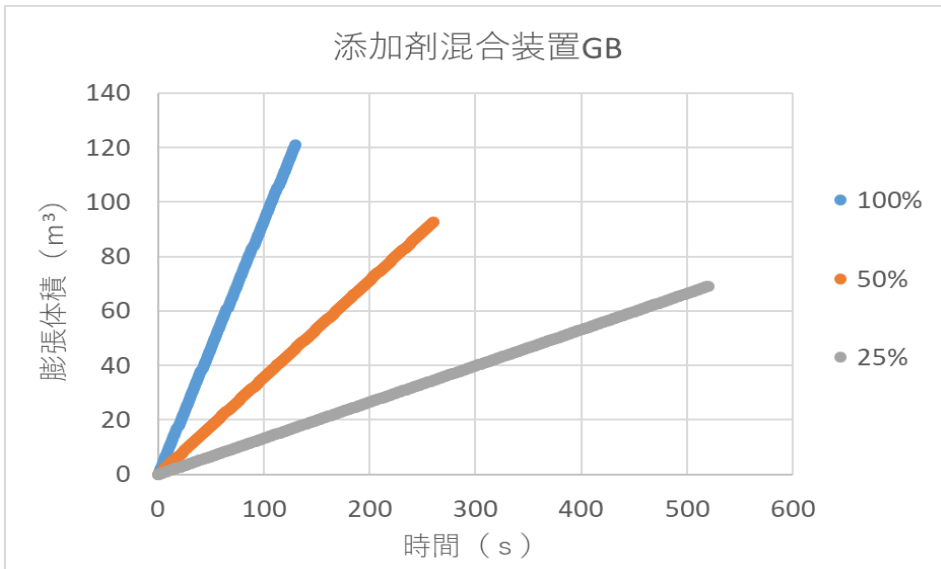
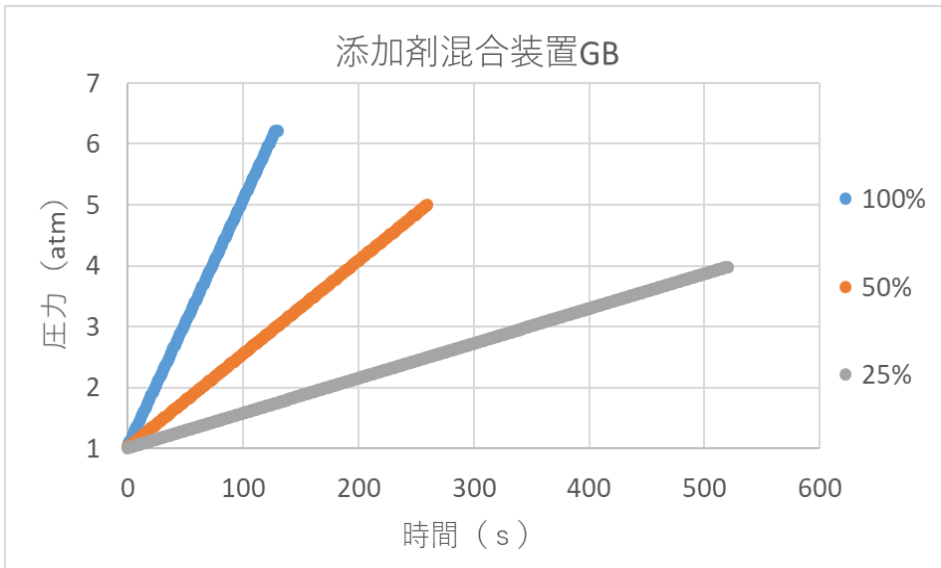
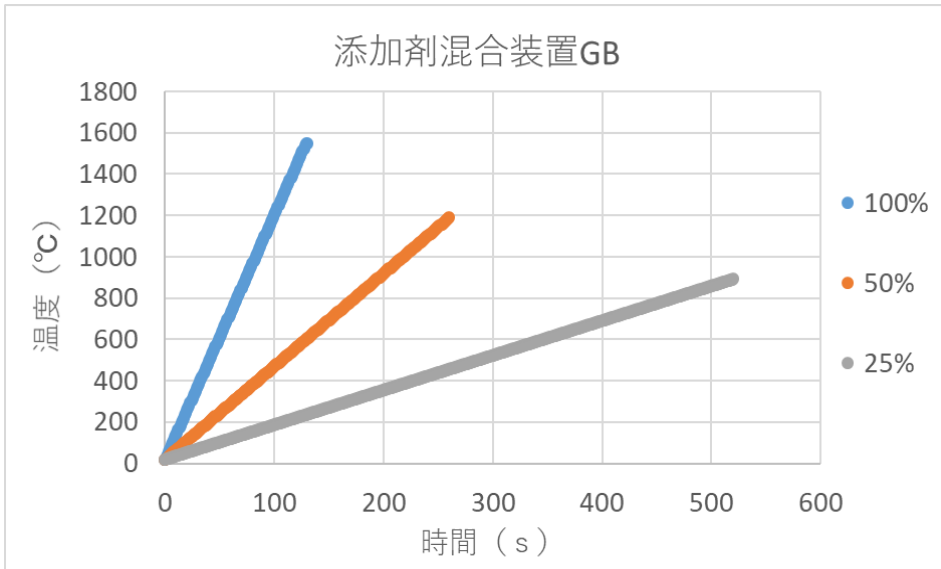


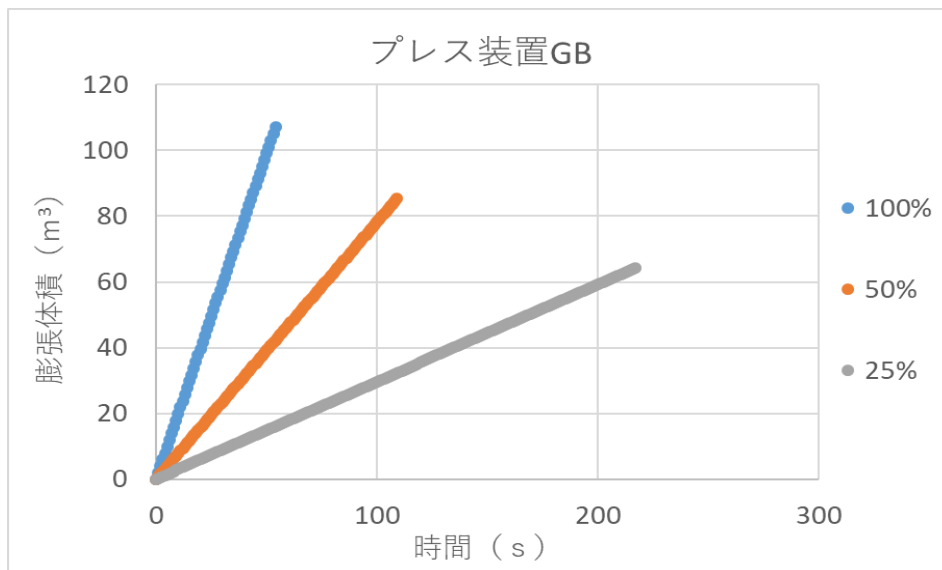
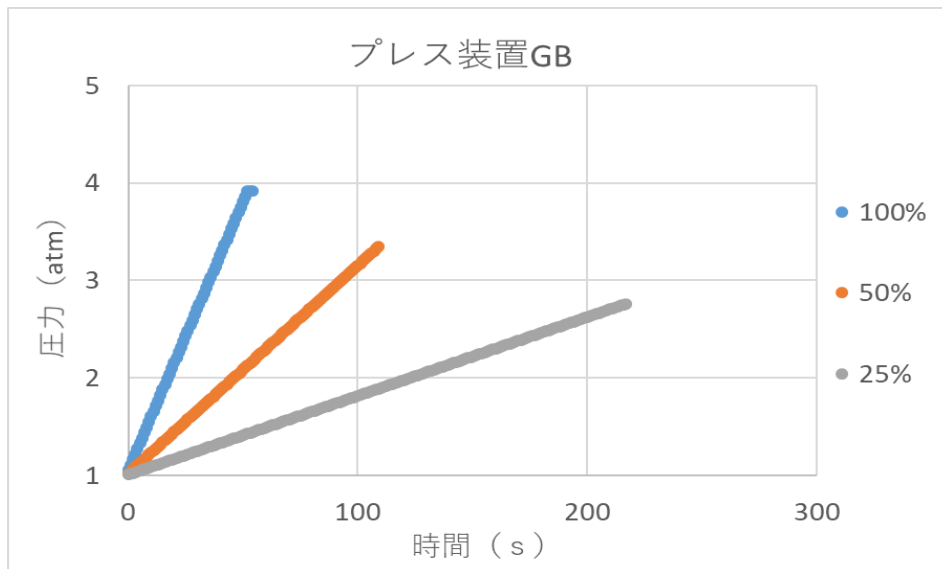
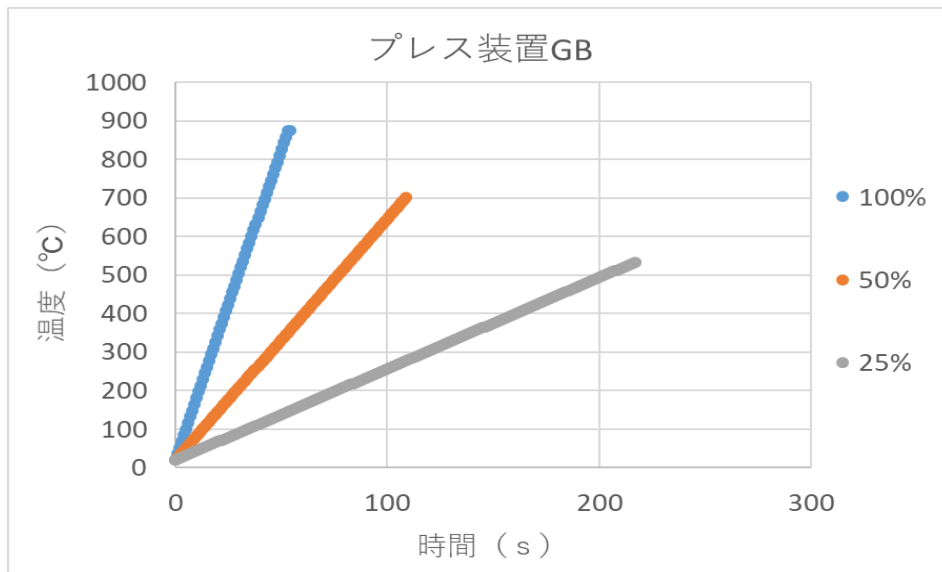


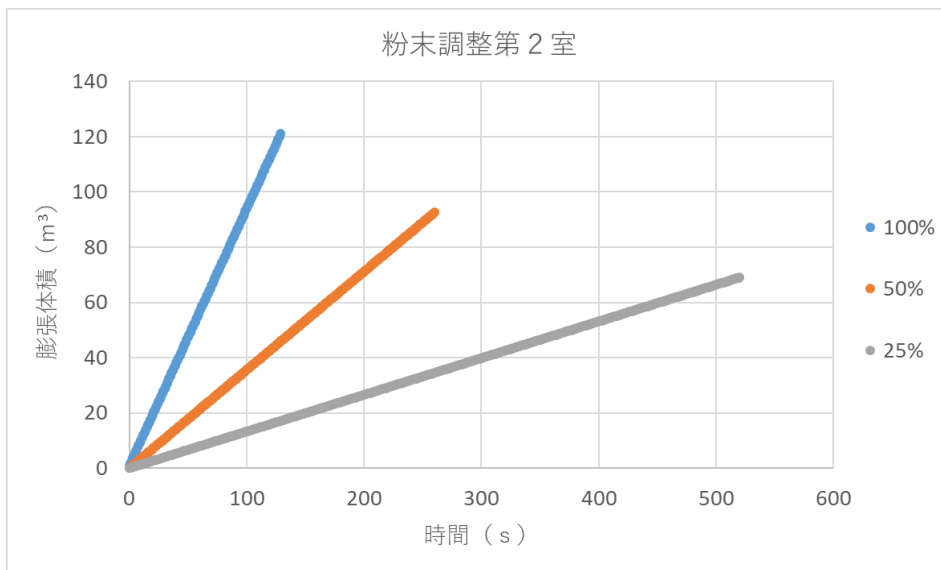
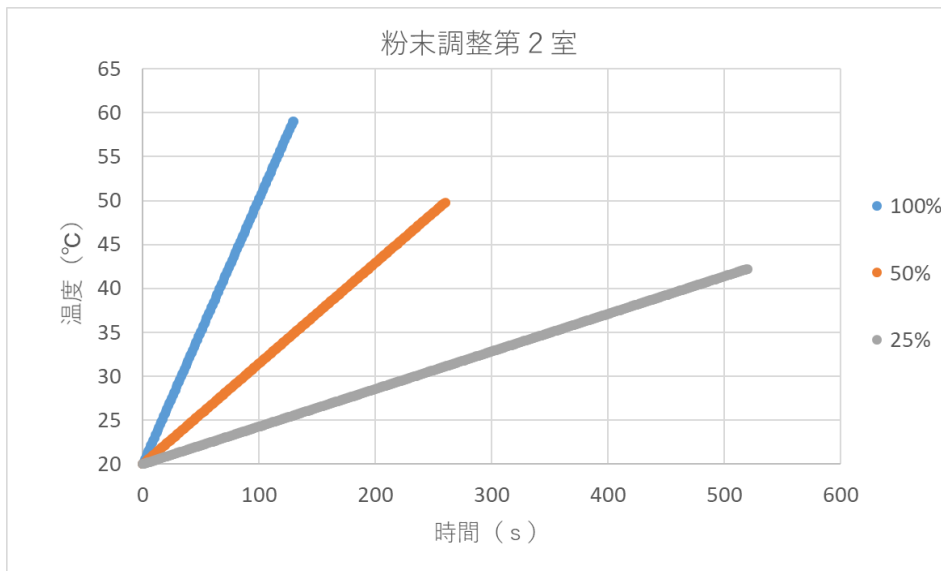
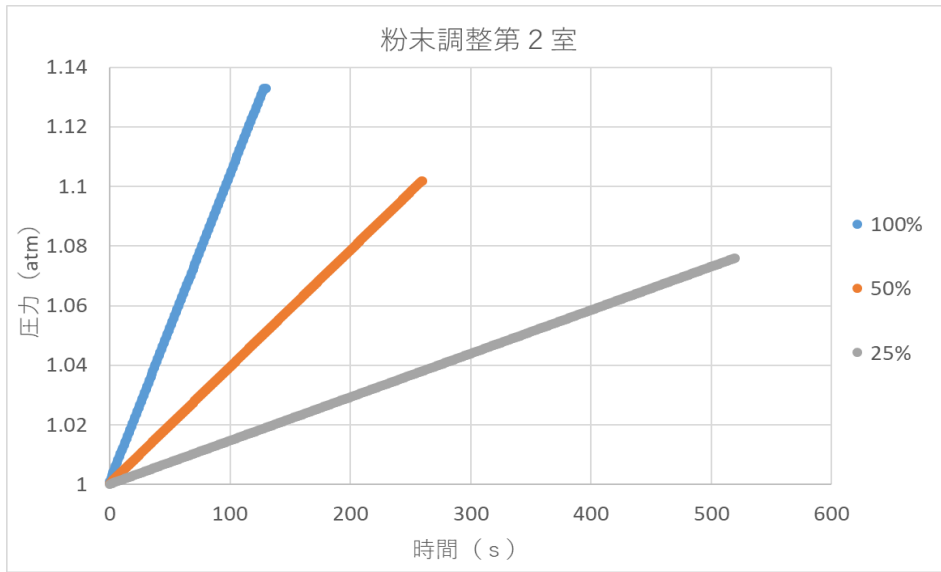


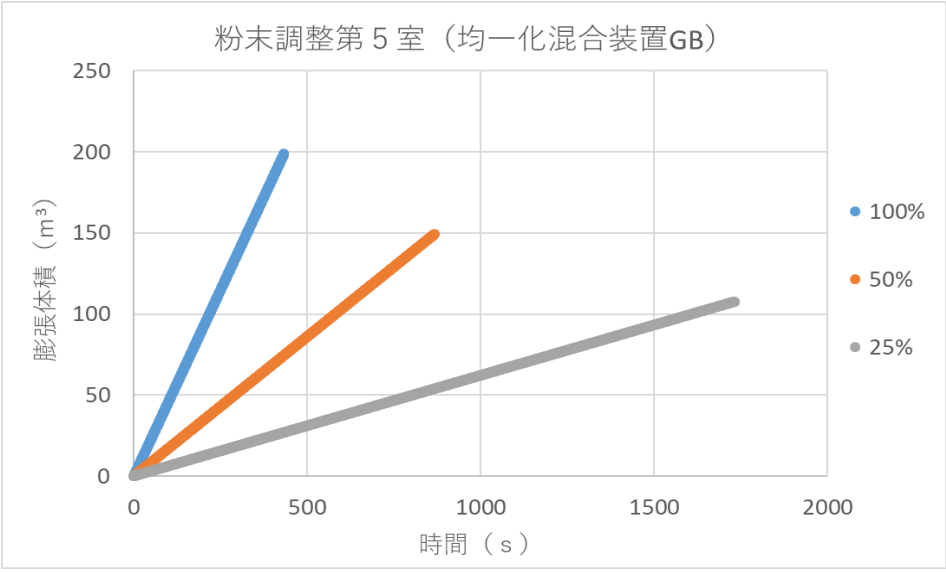
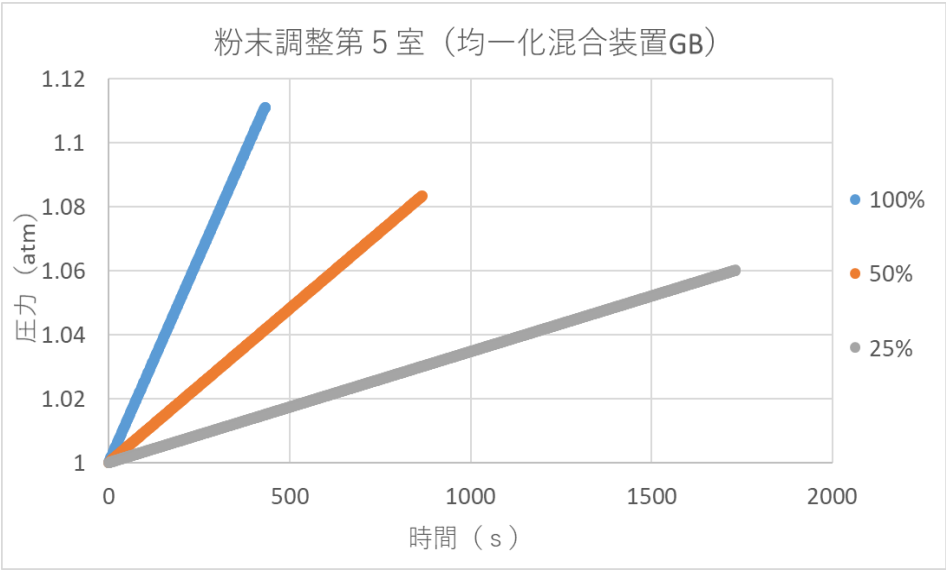
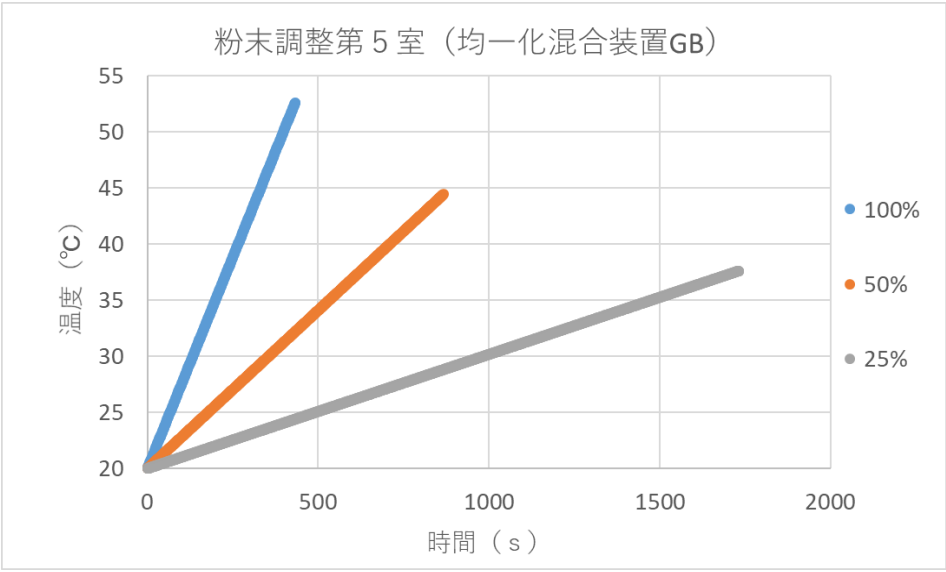


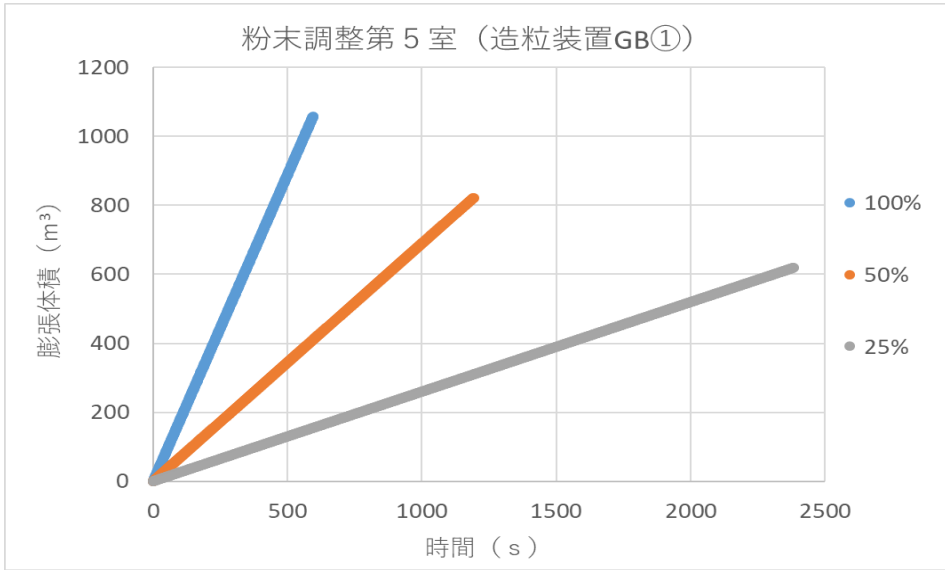
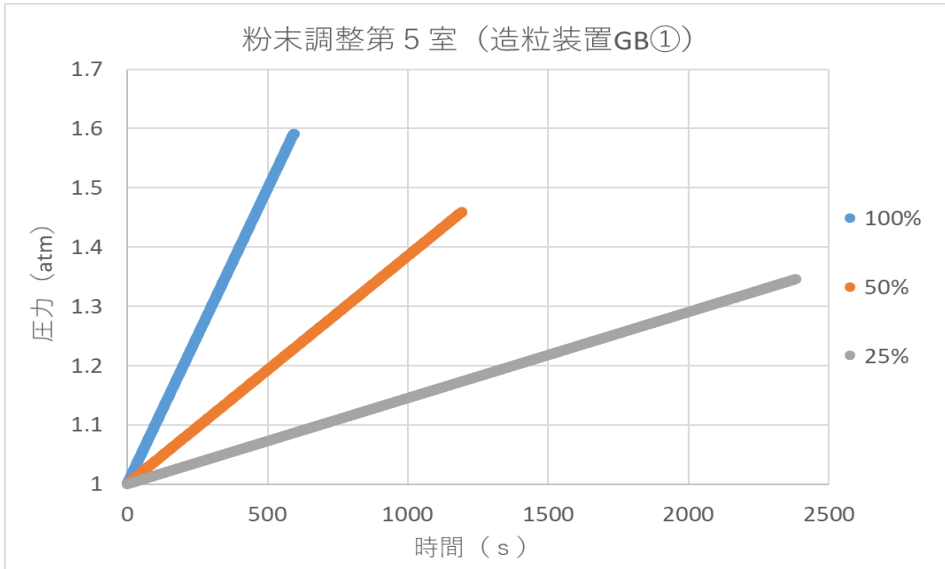
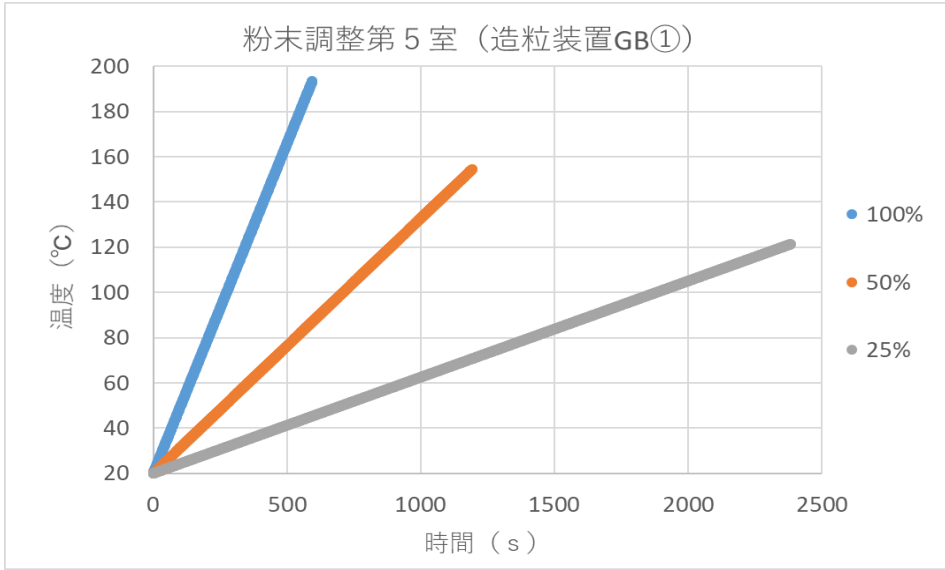


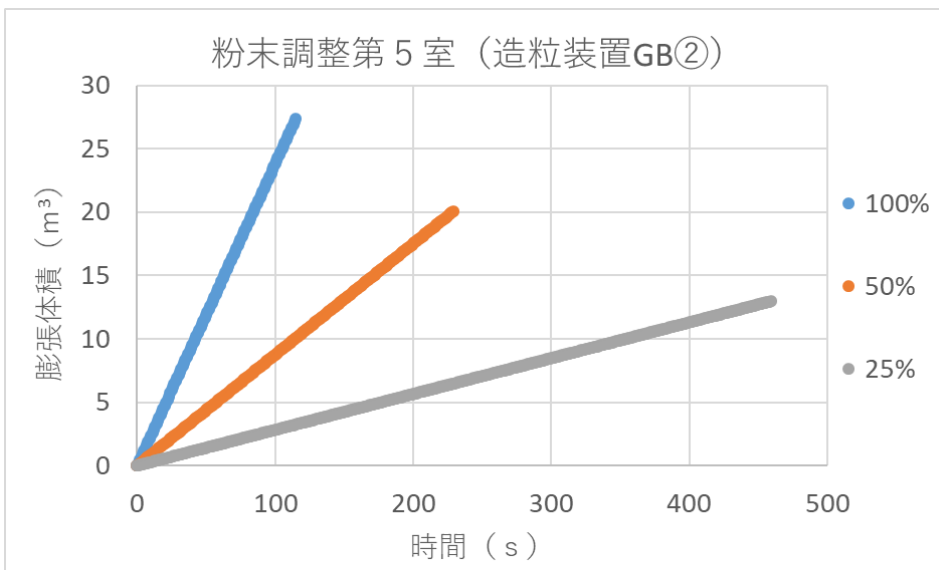
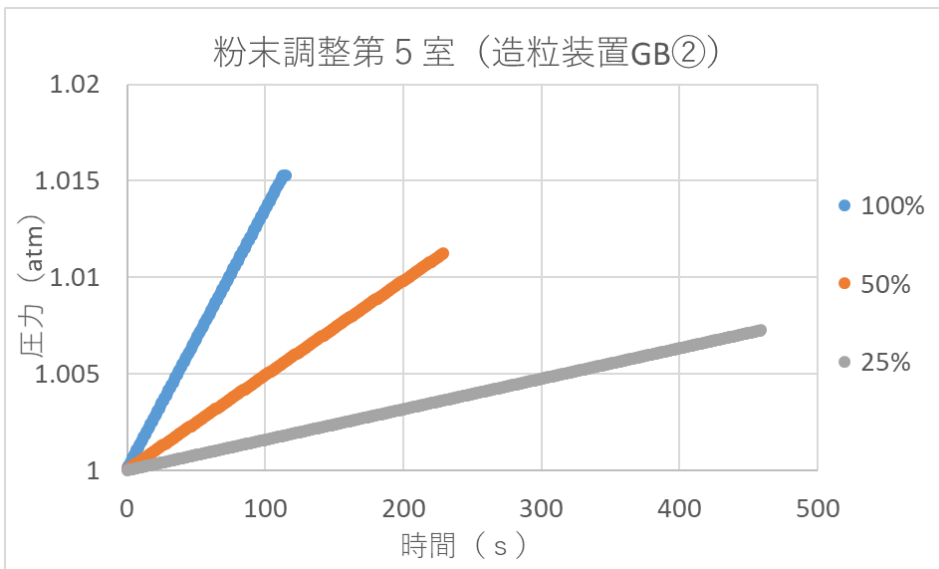
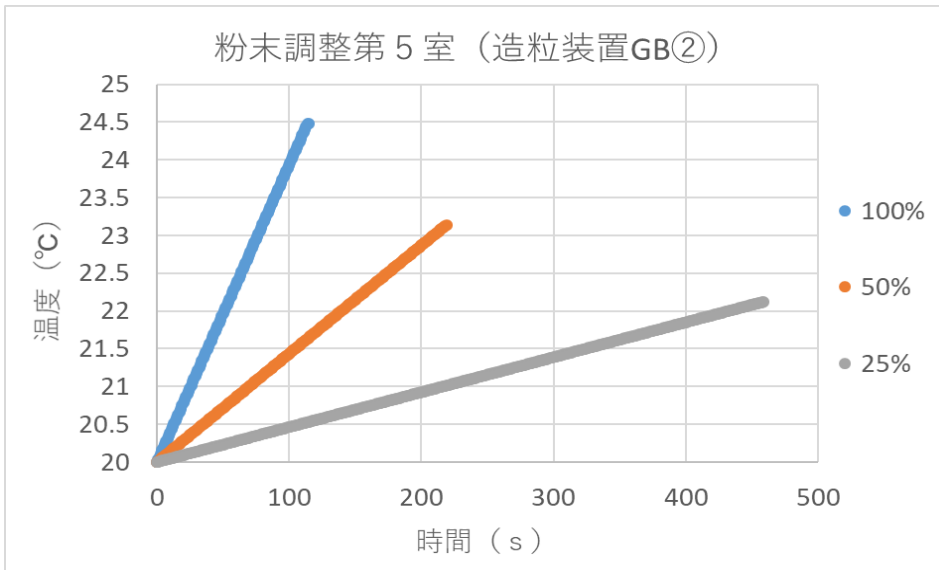


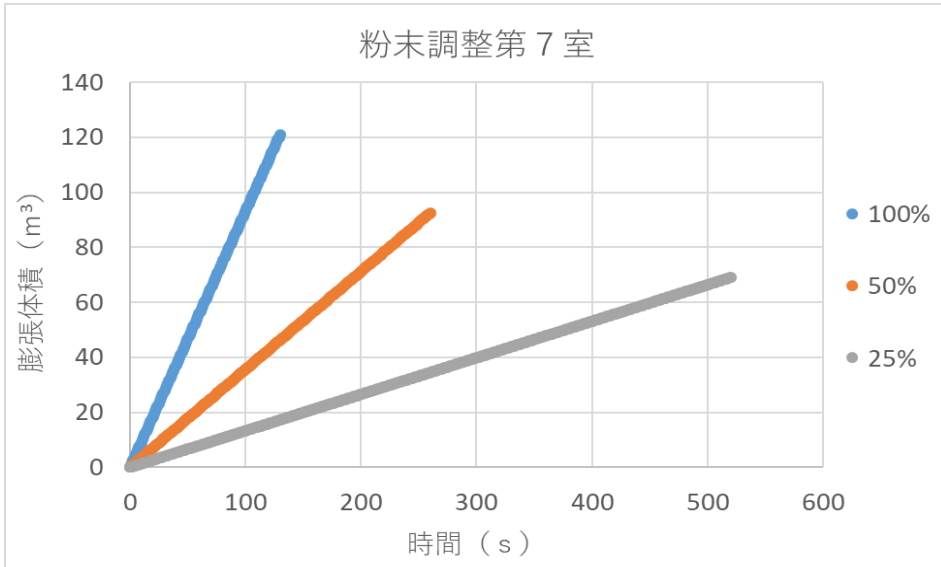
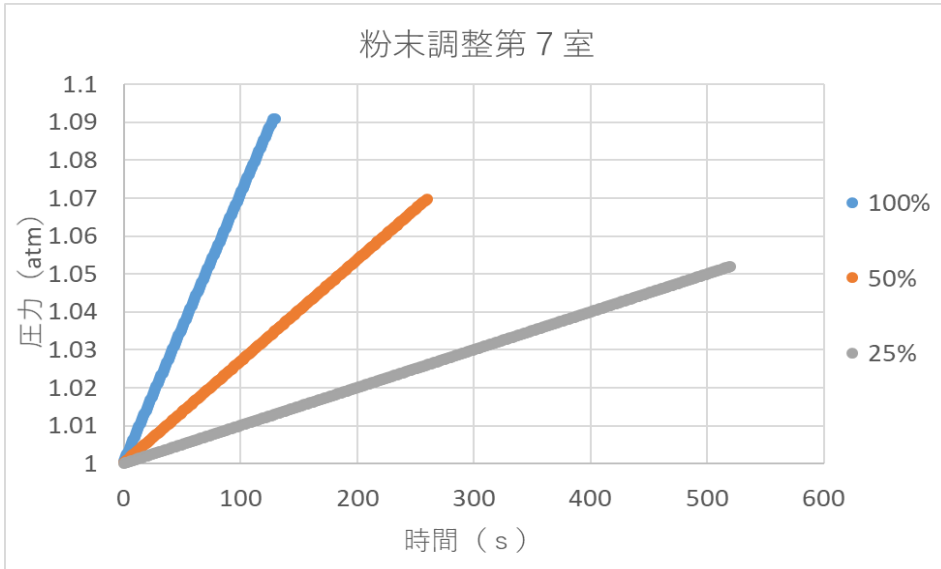
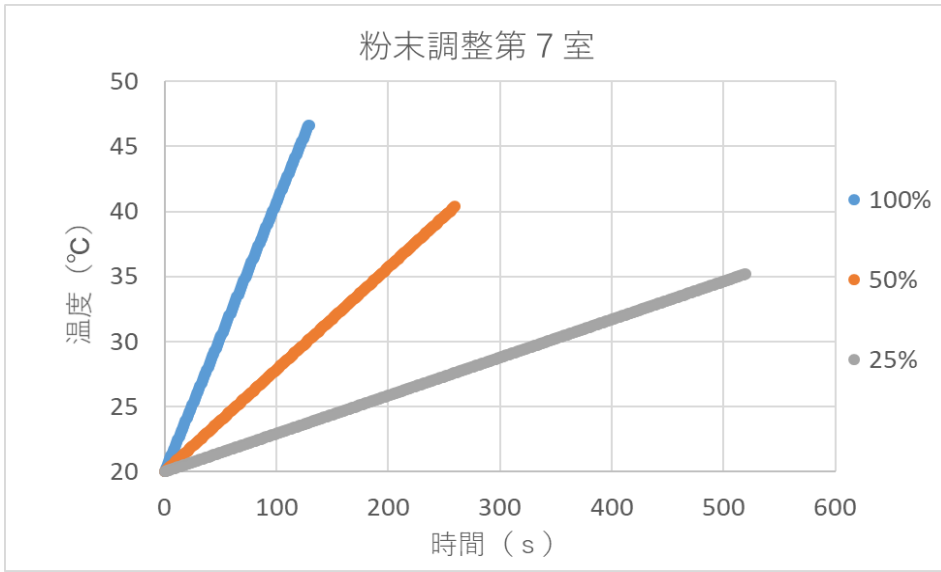


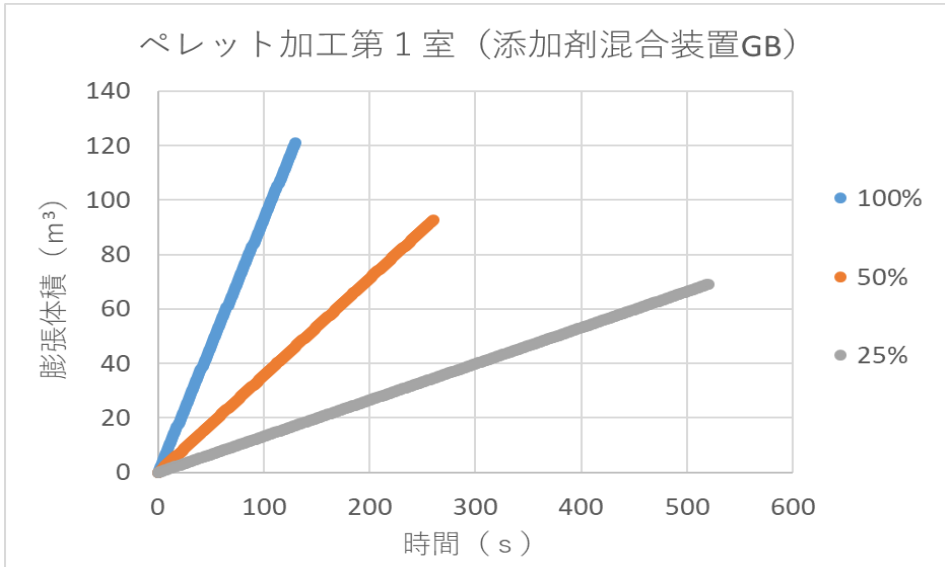
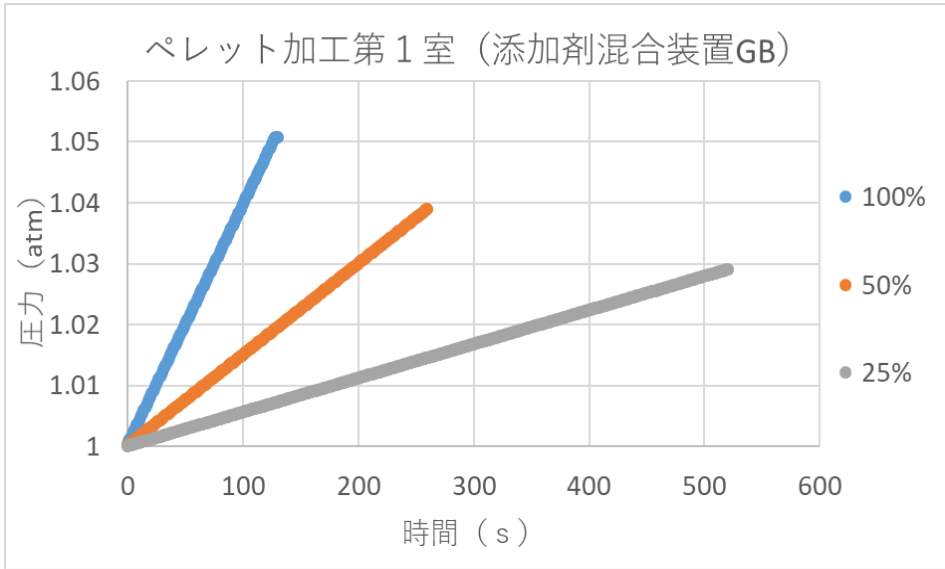
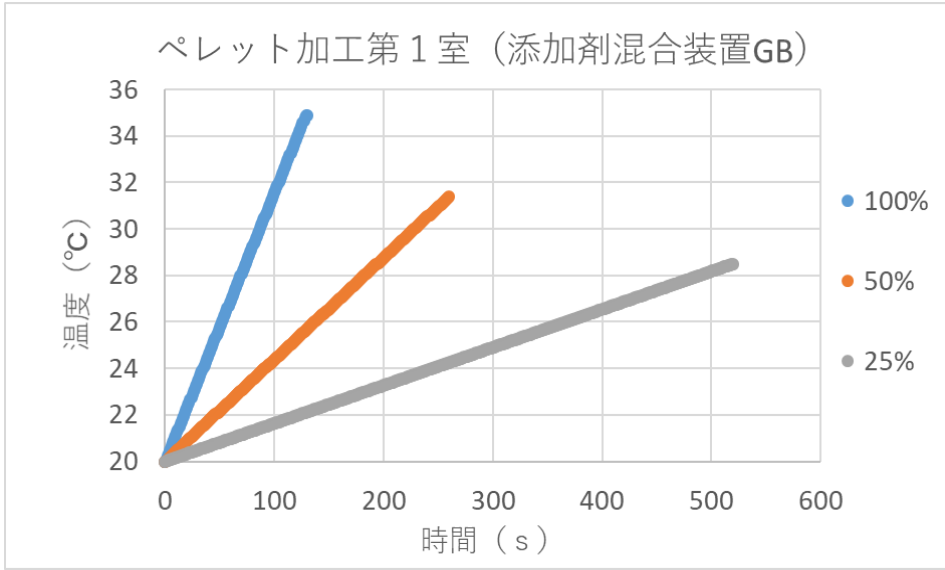


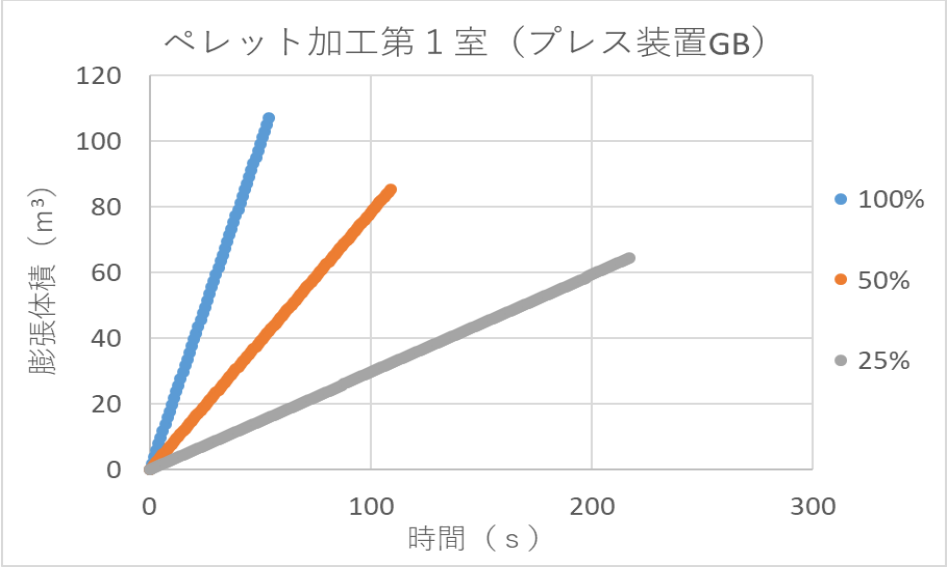
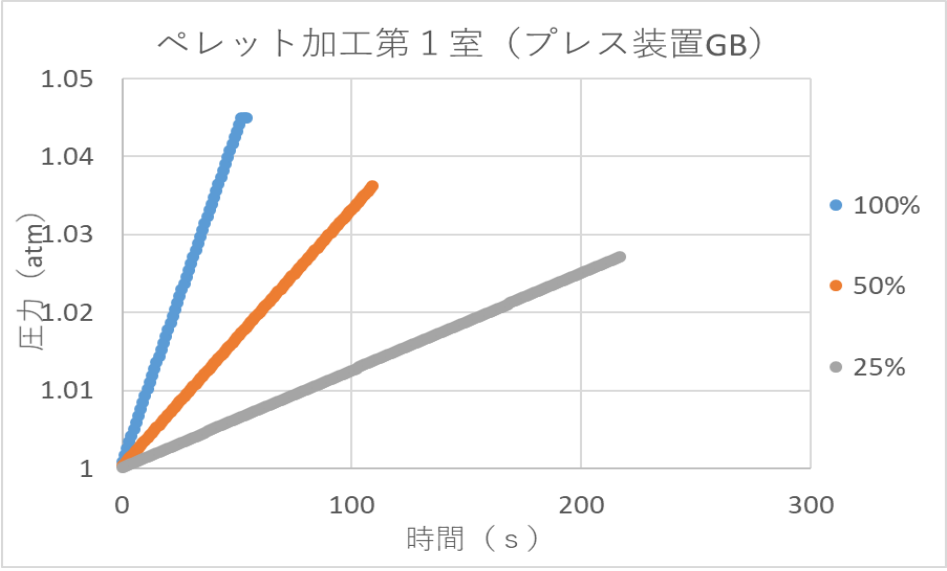
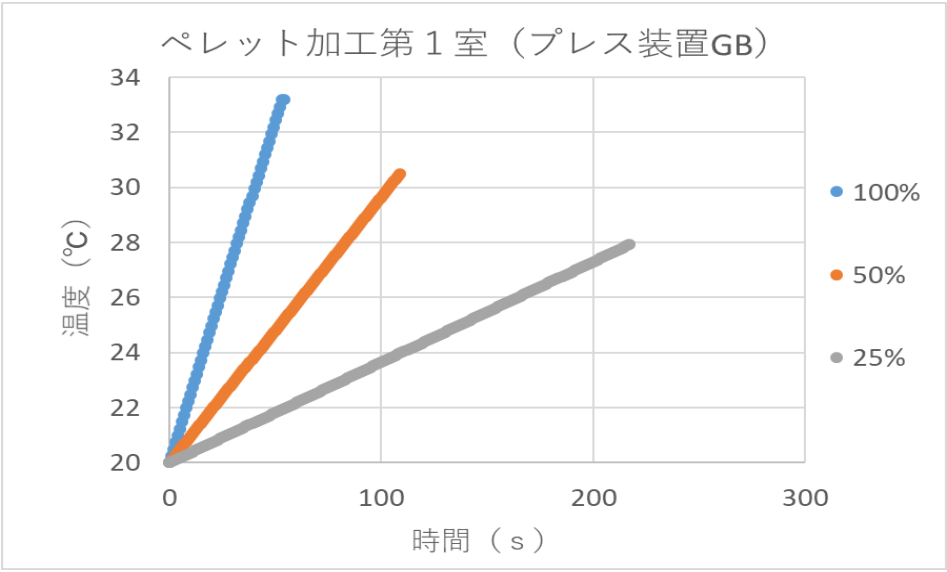


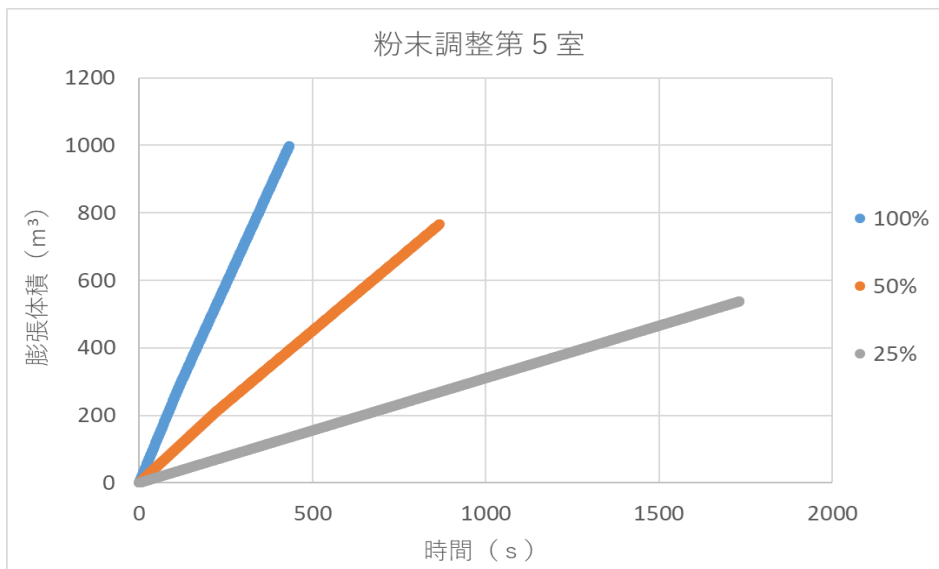
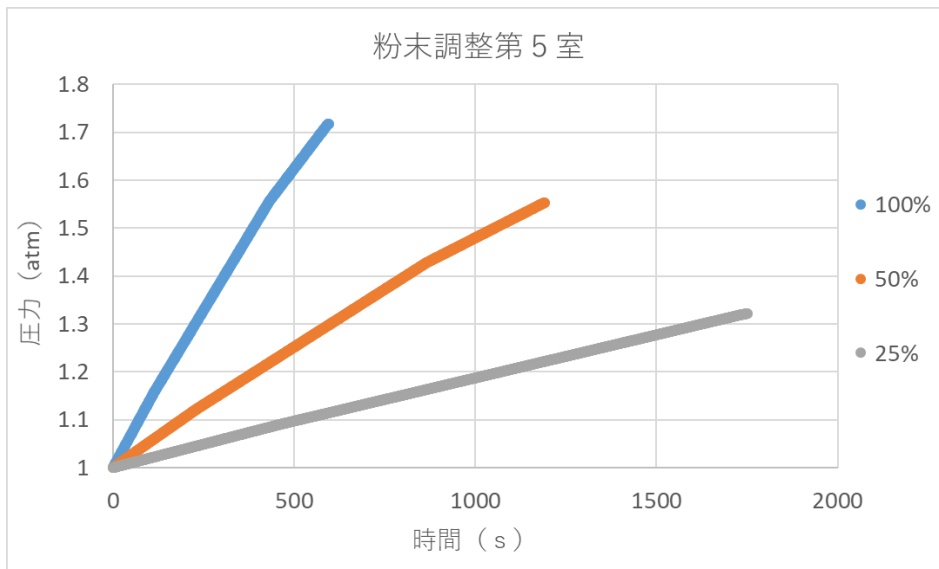
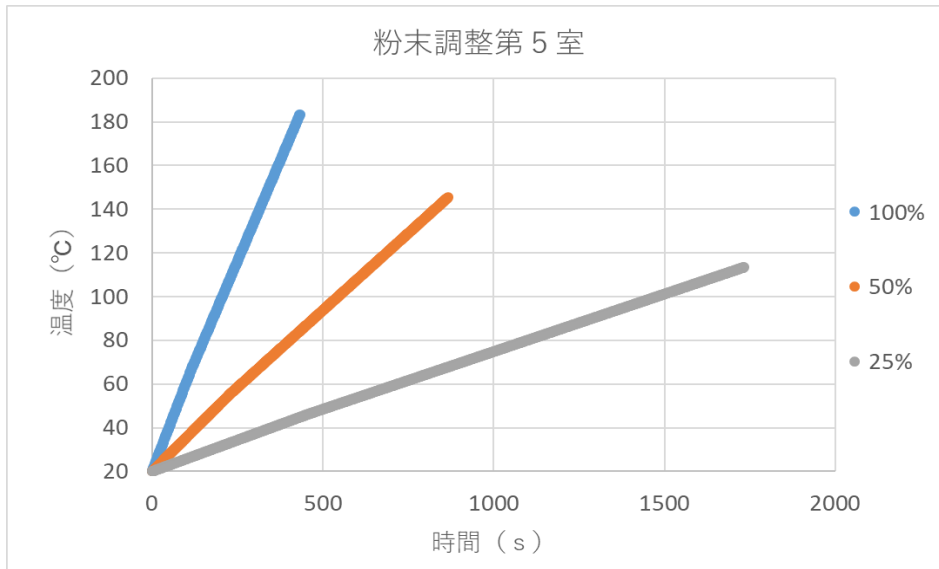


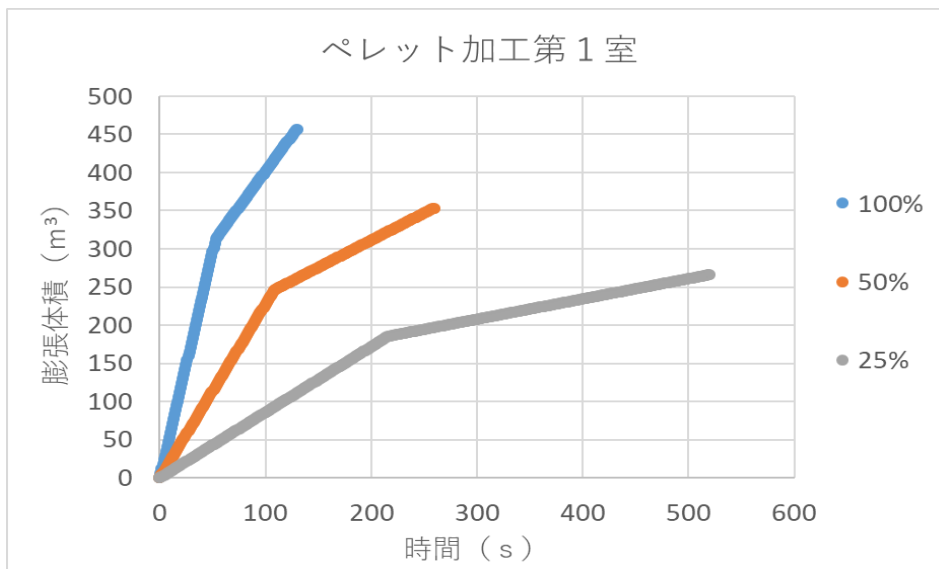
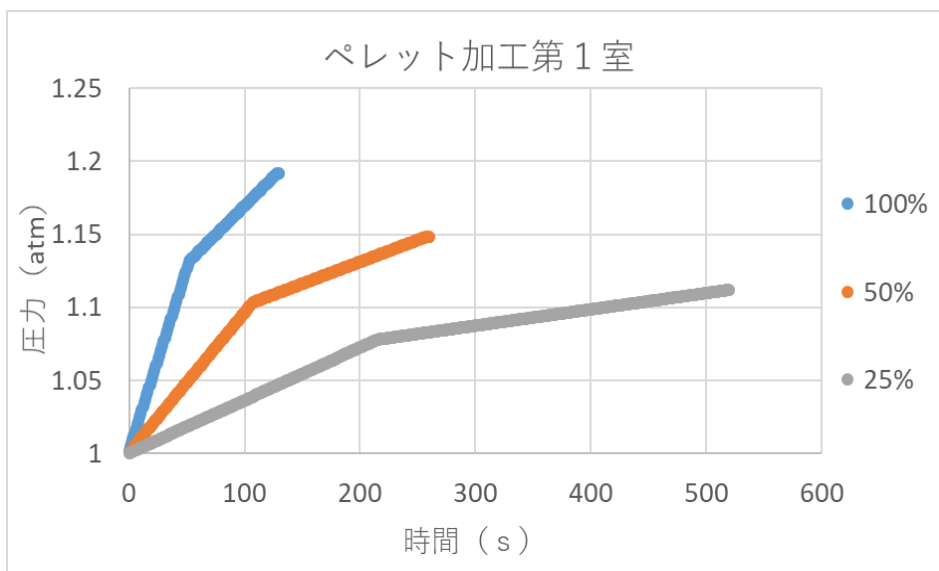
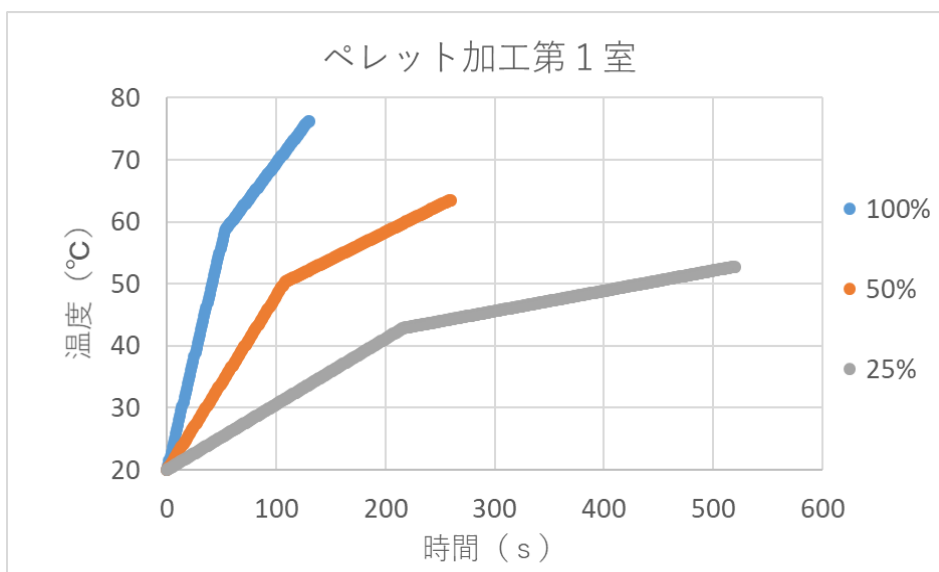












工程室に漏えいしたMOX粉末濃度の設定

1. はじめに

火災が発生したグローブボックス内における、粉末容器からグローブボックス内気相中への移行量は、文献を基に火災の上昇気流による駆動力として、「1%/h」を設定した。

一方、グローブボックス内圧力上昇に伴い工程室に漏えいしたMOX粉末については、直接火災の上昇気流の影響を受けるわけではない。

工程室の空気については、火災源の熱量による温度上昇、体積膨張が考えられることから、工程室雰囲気中のMOX粉末濃度の設定を検討した。

2. 移行経路毎のMOX粉末濃度の検討

添付1のとおり、重大事故時におけるグローブボックスから工程室へ移行する経路としては、以下が考えられる。

ケース1 経路別の分配割合（パネル開口は設計値）

GB 排気系	GB 給気系	パネル隙間
約 25%	約 75%	ほぼ無し

ケース2 経路別の分配割合（パネル開口が設計値の10倍）

GB 排気系	GB 給気系	パネル隙間
約 25%	約 74%	約 1%

ここでは、20分間火災が継続すると仮定し、1%/hで気相中に移行したMOX粉末がそれぞれの分配比で工程室に漏えいした場合の雰囲気中濃度を設定した。

実際の挙動としては、漏えいしたグローブボックス近傍から徐々に濃度勾配が生じることが考えられるが、気流の流れも複雑であり、定量的に分析することが困難であるため、ここでは漏えいした量が工程室に均一に分布した場合の濃度を仮定した。

また、20分火災が継続した場合の体積膨張率を求め、体積膨張率とその時点の工程室中MOX濃度から、体積膨張による工程室排気設備への到達量を算出した。

この場合の最終的なMOX粉末濃度は、ケース1で約0.3 mg MOX/m³、ケース2で約4 mgMOX/m³となった。

ただし、上記の評価はパネル隙間に依存する。また、5因子法において時間変化するMOX粉末濃度を設定することは煩雑となることから、雰囲気中MOX粉末濃度として、上記の結果を包含する10mg/m³を設定する。

なお、本濃度はウラン粉末をコンテナ中で攪拌し200秒以降の雰囲気濃度を測定した文献における値であり、以降の濃度変化はほぼ無いため空気中の飽和濃度ととらえることができる。

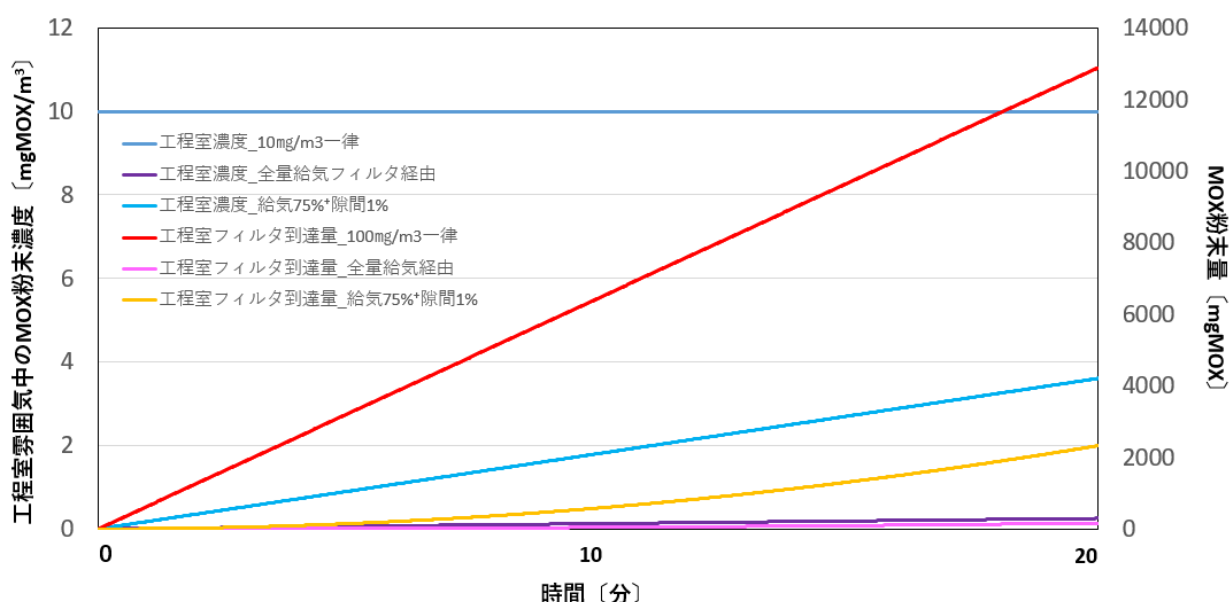


図 工程室濃度変化及び工程室排気フィルタ到達MOX量 (粉末調整第5室の例)

以上

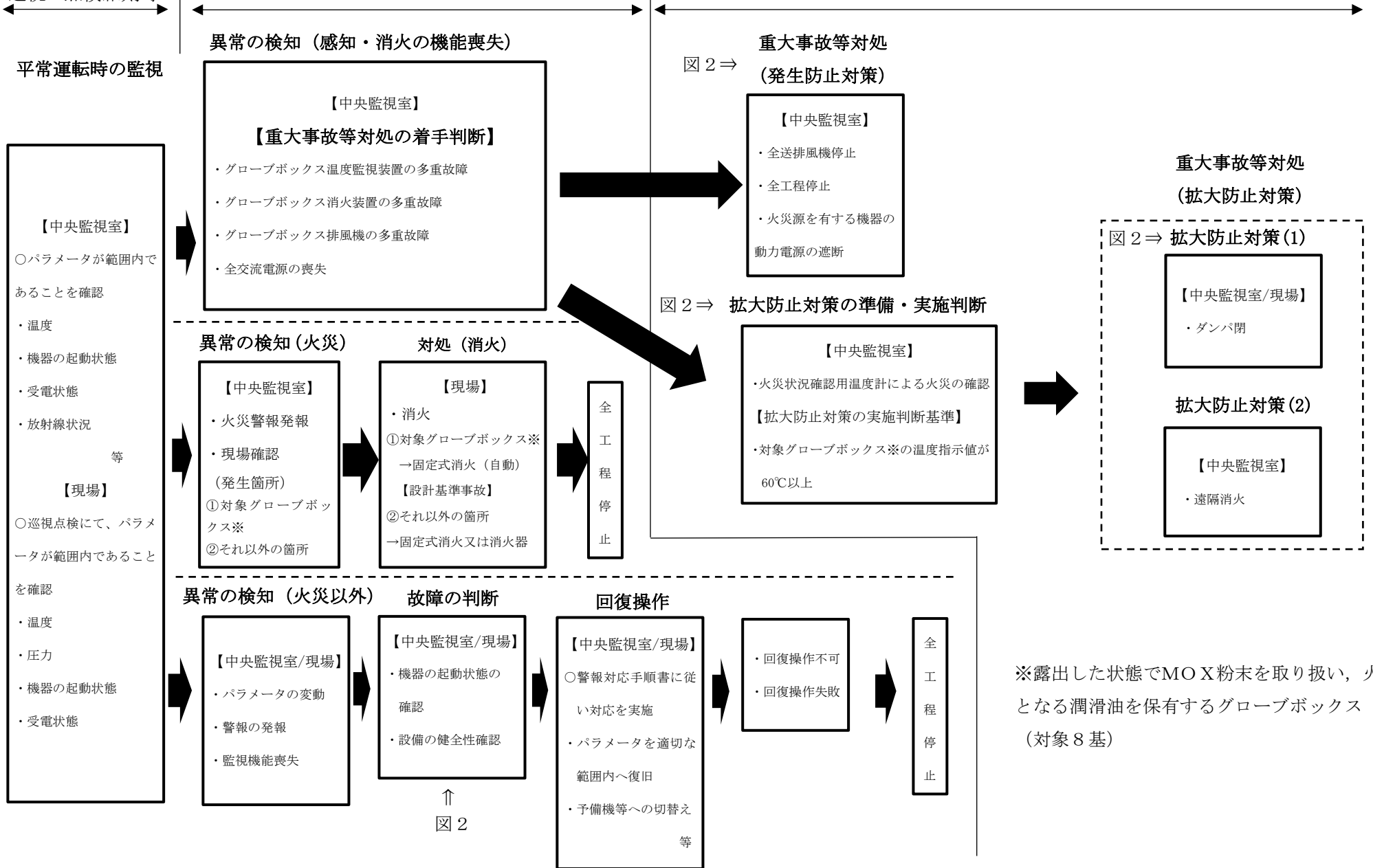


図 1 平常運転時の監視から対策開始までの基本的な流れ

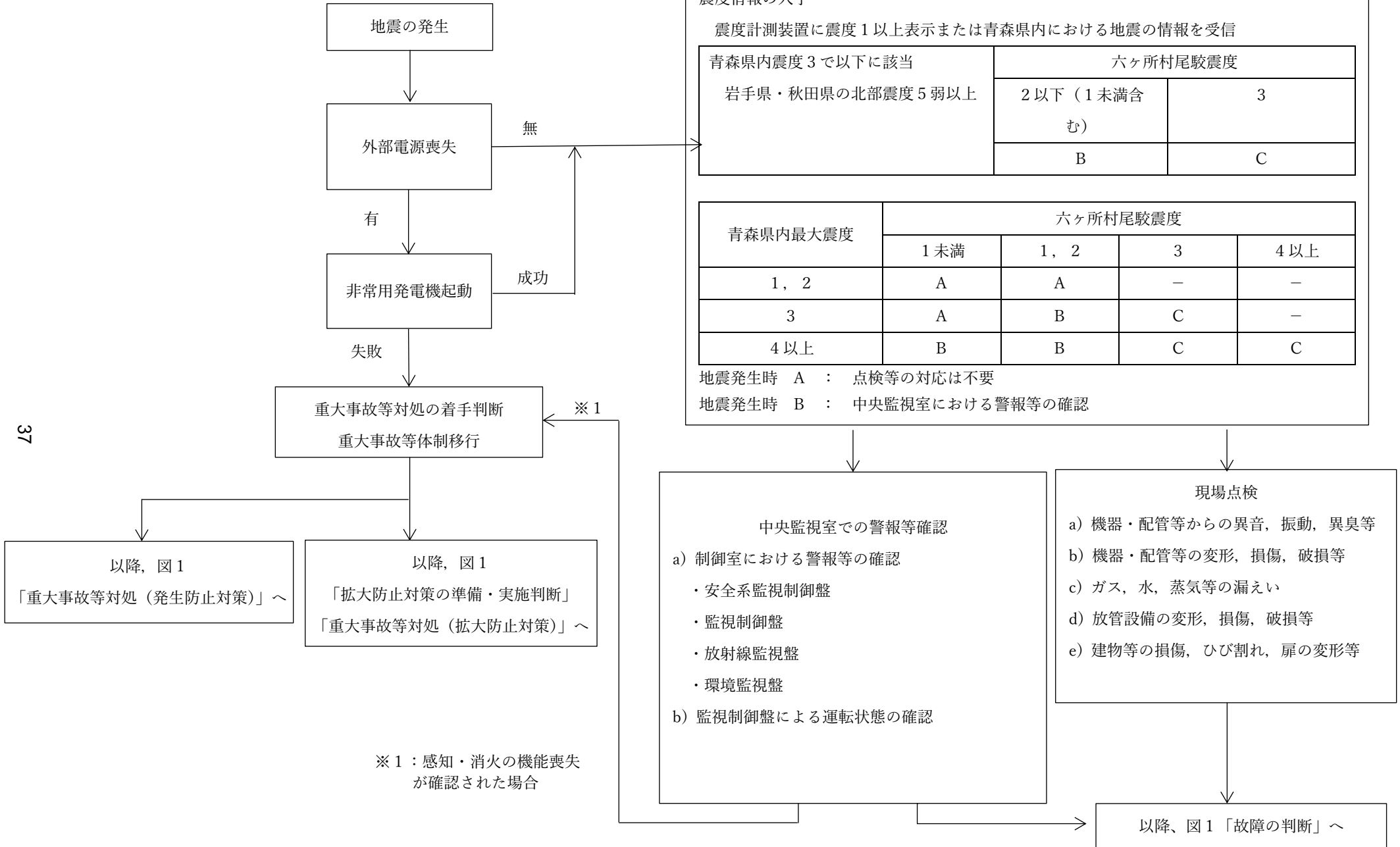
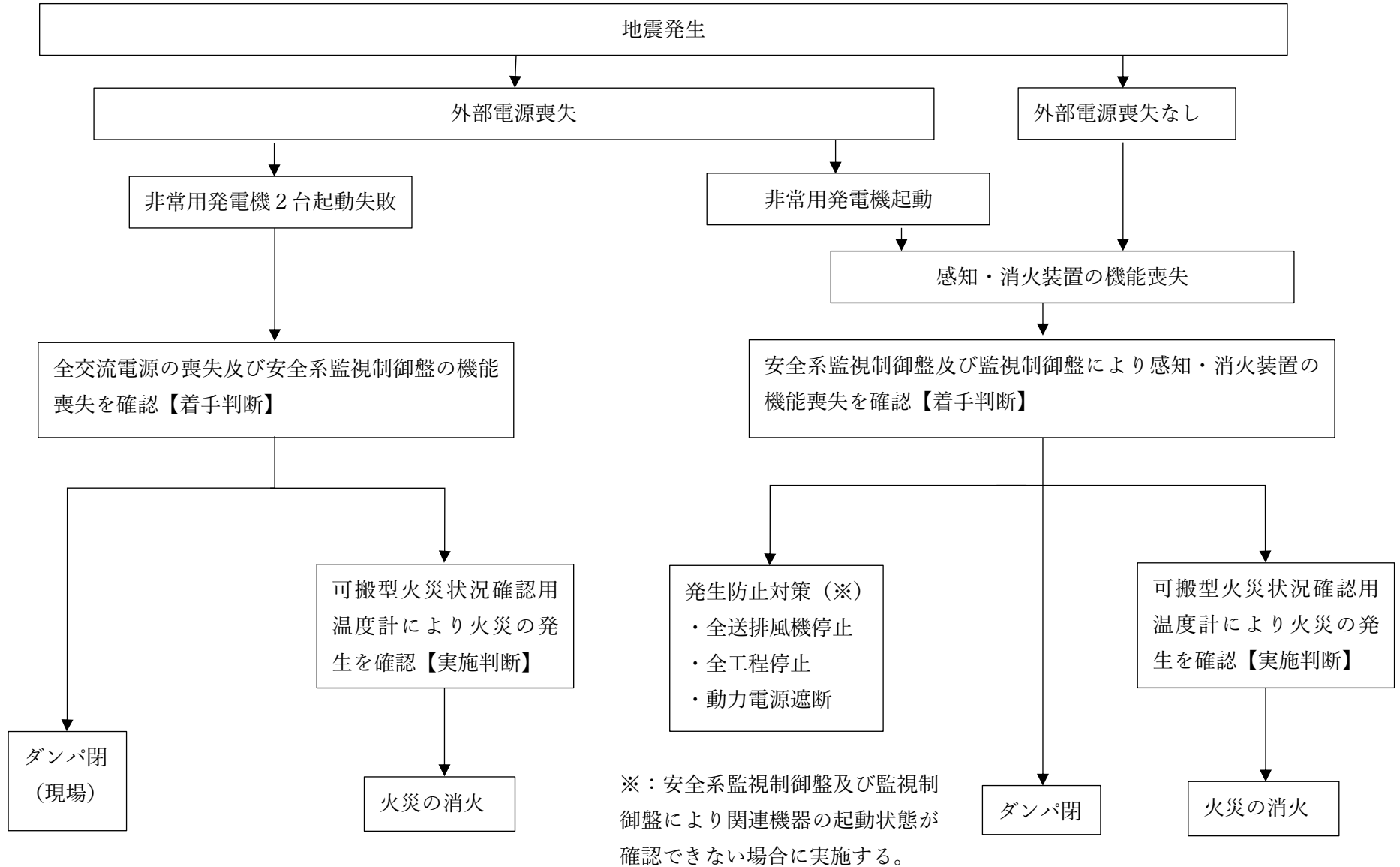


図2 地震発生における対策開始までの流れ



重大事故等対処時の初動対応フロー（外的事象発生時）

39

【監視機能喪失】

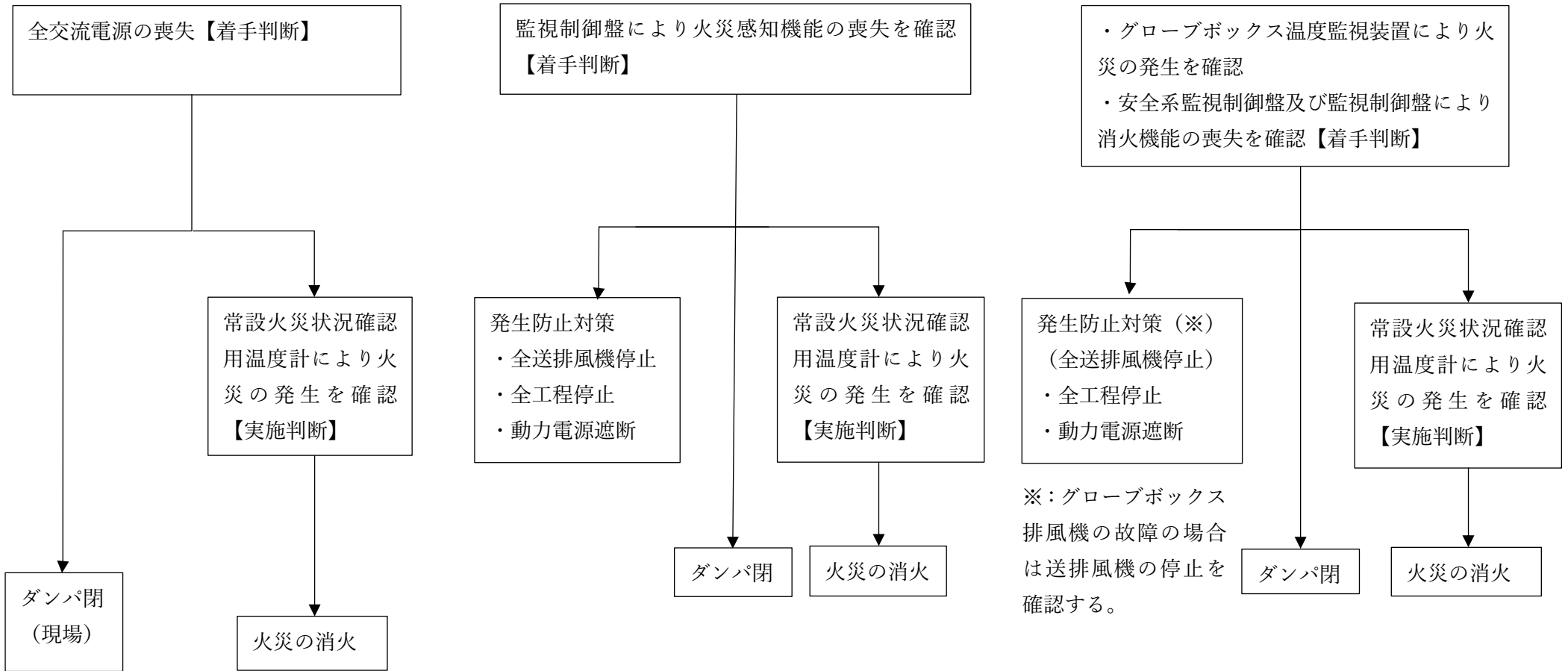
全交流電源喪失

【感知機能喪失】

グローブボックス温度監視装置の
多重故障

【消火機能喪失】

- ・グローブボックス消火装置の多重故障
- ・グローブボックス排風機の多重故障



重大事故等対処時の初動対応フロー（内的事象発生時）

重大事故対処におけるタイムチャート(1/3)
【外的事象を起因とした場合】

対策	作業番号	作業	作業班	要員数	所要時間 (時：分)	経過時間(時：分)															備考
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	2:40	2:50	3:00			
		実施責任者(再処理)		1	-	▽事象発生(地震発生・全交流電源喪失・火災発生)															
		情報管理班(再処理)		3	-																
		MOX燃料加工施設対策班長		1	-																
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	-																
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	-																
火災状況確認	1	可搬型グローブボックス温度表示端末の運搬、接続及び確認(1F中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:05	1班															
発生防止	2	全送排風機の停止(中央監視室)	-	-	-																全交流電源喪失のため対処なし
	3	全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断(中央監視室)	-	-	-																全交流電源喪失のため対処なし
拡大防止	4	グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの現場手動閉止(B1F排風機室)	MOX燃料加工施設対策班2,4班	4	0:10	2,4班															
	5	遠隔消火装置の遠隔手動起動(1F中央監視室近傍)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:05	3班															
-	-	放射線対応班長(再処理)		1	-																
放射線管理	6	建屋周辺モニタリング(線量率の測定、放射性物質の捕集・測定、建屋開口部の表面密度の測定)	MOX燃料加工施設放射線対応班	2	0:50	MOX放射線対応班															
	7	風向・風速測定	MOX燃料加工施設放射線対応班	2	0:10	MOX放射線対応班															
通信	8	可搬型衛星電話及び可搬型トランシーバの設置(アンテナ類の組み立て・調整)(燃料加工建屋)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:44	3班															
	9	可搬型衛星電話及び可搬型トランシーバの設置(アンテナ類の組み立て・調整)(制御建屋)	MOX燃料加工施設対策班長, MOX燃料加工施設情報管理班長	2	1:02	MOX燃料加工施設対策班長, MOX燃料加工施設情報管理班長															

重大事故対処におけるタイムチャート（2/3）
【内的事象を起因とした場合（全交流電源喪失以外）】

対策	作業番号	作業	作業班	要員数	所要時間 (時：分)	経過時間（時：分）																		備考
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	2:40	2:50	3:00						
-	-	実施責任者（再処理）		1	-																			
		情報管理班（再処理）		3	-																			
		MOX燃料加工施設対策班長		1	-																			
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	-																			
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	-																			
		放射線対応班長（再処理）		1	-																			
火災状況確認	1	安全系監視制御盤の状況及び火災状況確認用温度表示装置の確認（1F 中央監視室）	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:03																			
発生防止	2	全送排風機の停止（中央監視室）	MOX燃料加工施設対策班2班	2	0:03																			
	3	全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断（中央監視室）	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:03																			
拡大防止	4	グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの遠隔手動閉止（1F 中央監視室）	MOX燃料加工施設対策班2班	2	0:01																			
	5	遠隔消火装置の遠隔手動起動（1F 中央監視室）	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:01																			
-	-	放射線対応班長（再処理）		1	-																			
放射線管理	6	排気モニタリング設備 [※] による監視（中央監視室、再処理施設の中央制御室及び緊急時対策所）	実施責任者、放射線対応班長、MOX燃料加工施設現場管理者	3	-																継続監視			
通信	7	所内通信連絡設備 [※] の確認	-	-	-																			

※：設計基準の範囲内において使用している設備を使用する。

重大事故対処におけるタイムチャート (3/3)
 【内的事象を起因とした場合 (全交流電源喪失)】

対策	作業番号	作業	作業班	要員数	所要時間 (時:分)	経過時間 (時:分)												備考
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	2:40	2:50	
-	-	実施責任者 (再処理)		1	-	[0:10 - 3:00]												
		情報管理班 (再処理)		3	-	[0:10 - 3:00]												
		MOX燃料加工施設対策班長		1	-	[0:10 - 3:00]												
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	-	[0:10 - 3:00]												
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	-	[0:10 - 3:00]												
		放射線対応班長 (再処理)		1	-	[0:10 - 3:00]												
火災状況確認	1	安全監視制御盤の状況及び火災状況確認用温度表示装置の確認 (1F 中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:03	1班												
発生防止	2	全送排風機の停止 (中央監視室)	-	-	-												全交流電源喪失のため対処なし	
	3	全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断 (中央監視室)	-	-	-												全交流電源喪失のため対処なし	
拡大防止	4	グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの現場手動閉止 (B1F 排風機室)	MOX燃料加工施設対策班2,4班	4	0:08	2,4班												
	5	遠隔消火装置の遠隔手動起動 (1F 中央監視室近傍)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:05	3班												
-	-	放射線対応班長 (再処理)		1	-	[0:10 - 3:00]												
放射線管理	6	建屋周辺モニタリング (線量率の測定、放射性物質の捕集・測定、建屋開口部の表面密度の測定)	MOX燃料加工施設放射線対応班	2	0:50	MOX放射線対応班												
	7	風向・風速測定	MOX燃料加工施設放射線対応班	2	0:10	MOX放射線対応班												
通信	8	可搬型衛星電話及び可搬型トランシーバの設置 (アンテナ類の組み立て・調整) (燃料加工建屋)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:44	3班												
	9	可搬型衛星電話及び可搬型トランシーバの設置 (アンテナ類の組み立て・調整) (制御建屋)	MOX燃料加工施設対策班長, MOX燃料加工施設情報管理班長	2	1:02	MOX燃料加工施設対策班長, MOX燃料加工施設情報管理班長												